

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**ESTUDO DAS VÁRZEAS VISANDO O CONTROLE DE
CHEIAS URBANAS E A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA: O
CASO DO PARQUE LINEAR DO RIBEIRÃO DAS PEDRAS,
EM CAMPINAS, SP.**

PAULO SÉRGIO GARCIA DE OLIVEIRA

**CAMPINAS
FEVEREIRO DE 2004**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**ESTUDO DAS VÁRZEAS VISANDO O CONTROLE DE
CHEIAS URBANAS E A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA: O
CASO DO PARQUE LINEAR DO RIBEIRÃO DAS PEDRAS,
EM CAMPINAS, SP.**

Tese de Doutorado submetida à banca
examinadora para a obtenção de título de Doutor
em Engenharia Agrícola, na Área de
Concentração Planejamento e Desenvolvimento
Rural Sustentável.

PAULO SÉRGIO GARCIA DE OLIVEIRA

Orientador: Prof. Dr. Jansle Vieira Rocha

CAMPINAS

FEVEREIRO DE 2004

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

OL4e Oliveira, Paulo Sérgio Garcia de
Estudo das várzeas visando o controle de cheias urbanas e a restauração ecológica: o caso do parque linear do ribeirão das Pedras, em Campinas, SP /Paulo Sérgio Garcia de Oliveira.--Campinas, SP: [s.n.], 2004.

Orientador: Jansle Vieira Rocha.
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Política ambiental. 2. Engenharia ambiental. 3. Drenagem. 4. Mata ciliar. 5. Bacias hidrográficas. I. Rocha, Jansle Vieira. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III. Título.

Título em Inglês: Use of flood plains in urban flood control and ecological restoration: the case study of the ribeirão das Pedras linear park – Campinas SP

Palavras-chave em Inglês: Environmental policy, Environmental engineering, Drainage, Riparian Forest e Watersheds

Área de concentração: Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável

Titulação: Doutor em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: Rubens Augusto Camargo Lamparelli, Vladimir Bartalini, José Teixeira Filho e Valter Hernandez

Data da defesa: 10/02/2004

Agradeço a DEUS, em primeiro lugar!

Ao Jansle, pela orientação e amizade, e por ter desde o início acreditado neste trabalho.

À toda comunidade da FEAGRI, da qual faço parte há 15 anos, e que vem participando minha formação.

Aos meus pais, Sêo Bira e Dona Neusa, à Flávia e a Clara, a quem dedico este trabalho.

SUMÁRIO

	Página
SUMÁRIO	iv
LISTA DE TABELAS E QUADROS	viii
LISTA DE GRÁFICOS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	7
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
3.1. OS PLANOS E LEIS	9
3.1.1 PLANEJAMENTO FÍSICO TERRITORIAL DO MUNICÍPIO DE CAMPINAS	9
3.1.2 O CÓDIGO FLORESTAL E LEGISLAÇÃO CORRELATA	16
3.2 PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO	20
3.3 IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO NA DINÂMICA HIDROLÓGICA	29
3.4 MODELOS HIDROLÓGICOS	35
3.4.1 CHUVAS INTENSAS	35
3.4.2 MÉTODO DO SOIL CONSERVATION SERVICE	37
3.5 BACIAS DE DETENÇÃO	44
3.6 A COBERTURA VEGETAL: CENÁRIO ORIGINAL E SITUAÇÃO ATUAL	48
3.6.1 MATAS CILIARES	53
3.7. MODELOS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	57
3.7.1 MODELOS DE REVEGETAÇÃO	59
3.7.2 SUCESSÃO ECOLÓGICA	66
4. MATERIAL E MÉTODOS	69
4.1 ÁREA DE ESTUDO - A MICROBACIA DO RIBEIRÃO DAS PEDRAS	69
4.1.1 CLIMA	72
4.1.2 SUBSTRATO ROCHOSO	73
4.1.3 SISTEMA DE RELEVOS	73

4.1.4 TIPOS DE TERRENOS	73
4.1.5 PEDOLOGIA	74
4.2 BASE CARTOGRÁFICA	75
4.3 MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	76
4.4 MAPEAMENTO DAS PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO	77
4.5 SIMULAÇÕES HIDROLÓGICAS	77
4.5.1 MODELO HIDROLÓGICO UTILIZADO	77
4.5.2 DADOS DE PRECIPITAÇÃO	78
4.5.2.1 DURAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO ESTUDADA E INTERVALO DE DISCRETIZAÇÃO	78
4.5.2.2 TEMPO DE RETORNO DA PRECIPITAÇÃO	78
4.5.2.3 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL	79
4.5.2.4 DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL	80
4.5.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA - GRUPO HIDROLÓGICO DO SOLO E UMIDADE ANTECEDENTE	81
4.5.4 AMORTECIMENTO EM RIOS E RESERVATÓRIOS	82
4.5.5 SIMULAÇÕES HIDROLÓGICAS	83
4.5.5.1 CENÁRIO A: SITUAÇÃO ORIGINAL DA BACIA	83
4.5.5.2 CENÁRIO B: URBANIZAÇÃO COMPLETA DA BACIA NOS MOLDES ATUAIS	83
4.5.5.3 CENÁRIO C: URBANIZAÇÃO COMPLETA DA BACIA COM A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE BACIAS DE DETENÇÃO NAS PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO	84
4.5.5.3.1 LOCALIZAÇÃO, ÁREAS E VOLUMES DAS BACIAS DE DETENÇÃO (CURVA COTA-VOLUME)	85
4.5.5.3.2 ESTRUTURAS HIDRÁULICAS DE CONTROLE DE VAZÃO E EXTRAVAZADORES (CURVA COTA-VAZÃO)	88
4.5.5.4 CENÁRIO D: REVISÃO DAS TAXAS DE PERMEABILIDADE DO SOLO	89
4.6 MAPEAMENTO DOS GEOAMBIENTES E MODELO DE REFLORESTAMENTO	90
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	91
5.1 QUANTIFICAÇÃO E ANÁLISE COMPARATIVA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO	91

5.2	CONTROLE DE CHEIAS URBANAS NAS VÁRZEAS	95
5.2.1	LOCALIZAÇÃO, ÁREAS E VOLUMES DAS BACIAS DE DETENÇÃO.	95
5.2.2	ESTRUTURAS HIDRÁULICAS DE CONTROLE DE VAZÃO E EXTRAVAZADORES (CURVA COTA-VAZÃO e CURVA COTA-VOLUME)	97
5.2.3.	SIMULAÇÕES HIDROLÓGICAS	100
5.3	O MODELO DE RECUPERAÇÃO ADOTADO	118
5.3.1	MAPEAMENTO DOS GEOAMBIENTES	120
5.3.1.1	GEOAMBIENTE DE TERRA FIRME	120
5.3.1.2	GEOAMBIENTE CILIAR DE INUNDAÇÕES TEMPORÁRIAS	123
5.3.1.3	GEOAMBIENTE CILIAR BREJOSO	125
5.3.2	GRUPOS ECOLÓGICOS DE ESPÉCIES	127
5.3.2.1	GRUPO 1: Espécies pioneiras, adaptadas ao GEOAMBIENTE DE TERRA FIRME.	127
5.3.2.2	GRUPO 2: Espécies não pioneiras, adaptadas ao GEOAMBIENTE DE TERRA FIRME.	127
5.3.2.3	GRUPO 3: Espécies pioneiras adaptadas ao GEOAMBIENTE CILIAR DE INUNDAÇÕES TEMPORÁRIAS	128
5.3.2.4	GRUPO 4: Espécies não pioneiras adaptadas ao GEOAMBIENTE CILIAR DE INUNDAÇÕES TEMPORÁRIAS	128
5.3.2.5	GRUPO 5: Espécies pioneiras adaptadas ao GEOAMBIENTE CILIAR BREJOSO	128
5.3.2.6	GRUPO 6: Espécies não pioneiras adaptadas ao GEOAMBIENTE CILIAR BREJOSO	129
5.4	O CENÁRIO IDEAL: DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS VERDES DESTINADAS A COMPOR O PARQUE LINEAR DE MÚLTIPLAS FUNÇÕES	130
6.	CONCLUSÕES	135

7. RECOMENDAÇÕES	137
7.1 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DAS BACIAS DE DETENÇÃO	137
7.2 ANÁLISE DE RISCOS E COLAPSO DO SISTEMA	138
7.3 CONTROLE DA EROSÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA	139
7.4 CONTROLE DO ASSOREAMENTO E TRANSPORTE DE DETRITOS	140
7.5 CANALIZAÇÕES	141
7.6 TRANSPOSIÇÕES DO SISTEMA VIÁRIO	142
8. BIBLIOGRAFIA UTILIZADA	145

ANEXO 1

GRUPOS ECOLÓGICOS DE ESPÉCIES NATIVAS:

Grupo 1: Espécies pioneiras, características do geoambiente de terra firme

Grupo 2: Espécies não pioneiras, características do geoambiente de terra firme

Grupo 3: Espécies pioneiras, características do geoambiente ciliar de inundações temporárias

Grupo 4: Espécies não pioneiras, características do geoambiente ciliar de inundações temporárias

Grupo 5: Espécies pioneiras, características do geoambiente ciliar brejoso

Grupo 6: Espécies não pioneiras, características do geoambiente ciliar brejoso

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 Variação do balanço hídrico com a urbanização num clima temperado, em % da precipitação total (OECD, 1986).	29
Quadro 2 Causas e efeitos da urbanização sobre as inundações urbanas (TUCCI, 2.000).	30
Quadro 3: Condições de Umidade Antecedente do solo não considerando a estação do ano (SCS, 1957)	39
Quadro 4: Condições de Umidade Antecedente do solo considerando a estação do ano (SCS, 1957)	39
Quadro 5: – Valores do parâmetro CN para bacias rurais, (TUCCI, 2000)	41
Quadro 6: Valores de CN para bacias urbanas e suburbanas, (TUCCI, 2000)	42
Quadro 7: – Correção de CN para outras condições iniciais de umidade, (TUCCI, 2000).	43
Tabela 8: Distribuição temporal da precipitação calculada por meio da equação proposta por VIEIRA (1981) para o Município de Campinas, com tempo de retorno de 100 anos, modelo de blocos alternados.	80
Quadro 9: Curva cota-volume para bacias de detenção com altura máxima $h=5,00$ metros.	87
Quadro 10: Curva cota-volume para bacias de detenção com altura máxima $h=2,50$ metros.	87
Tabela 11: Bacias de detenção projetadas para microbacia do Ribeirão das Pedras, em Campinas, SP, indicando sua bacia de contribuição, área inundada, altura máxima e volume total de espera.	95
Quadro 12: Bacias de detenção projetadas para microbacia do Ribeirão das Pedras.	96
Tabela 13: Bacias de detenção projetadas para microbacia do Ribeirão das Pedras, vazão máxima na seção de controle (considerando o Cenário A), largura do vertedouro e curva cota-volume do reservatório.	99

Tabela 14: Bacias de retenção projetadas para microbacia do Ribeirão das Pedras, vazão máxima na seção de controle (considerando o Cenário A), largura do vertedouro e curva cotavazão do reservatório.	99
Tabela 15: Vazões resultantes da simulação hidrológica para uma chuva com $Tr=100$ anos, para quatro cenários distintos na seção de controle da lagoa do Parque Dom Pedro Shopping.	103
Tabela 16: Vazões resultantes da simulação hidrológica para uma chuva com $Tr=100$ anos, para quatro cenários distintos na seção de controle à montante da Rod. Dom Pedro I.	104
Tabela 17: Vazões resultantes da simulação hidrológica para uma chuva com $Tr=100$ anos, para quatro cenários distintos na seção de controle Bacia Santa Genebra II Montante da Av. Romeu Tórtima.	107
Tabela 18: Vazões resultantes da simulação hidrológica para uma chuva com $Tr=100$ anos, para quatro cenários distintos na seção de controle Avenida 3 Cid. Universitária Posto Rio Das Pedras	108
Tabela 19: Vazões resultantes da simulação hidrológica para uma chuva com $Tr=100$ anos, para quatro cenários distintos na seção de controle Piscinão UNICAMP.	111
Tabela 20: Vazões resultantes da simulação hidrológica para uma chuva com $Tr=100$ anos, para quatro cenários distintos na seção de controle Vertedouro Lagoa UNICAMP	112
Tabela 21: Vazões resultantes da simulação hidrológica para uma chuva com $Tr=100$ anos, para quatro cenários distintos na seção de controle Saída da Lagoa Rio das Pedras.	115
Tabela 22: Vazões resultantes da simulação hidrológica para uma chuva com $Tr=100$ anos, para quatro cenários distintos na seção de controle Foz do Ribeirão das Pedras no Ribeirão das Anhúmas.	117

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Hidrograma gerado para os quatro cenários simulados, para chuva com $Tr=100$ anos pela equação i-d-f proposta por VIEIRA (1981). Seção de Controle: Nó 7: Lagoa Parque Dom Pedro Shopping. Bacia de detenção 2.	101
Gráfico 2: Hidrograma gerado para os quatro cenários simulados, para chuva com $Tr=100$ anos pela equação i-d-f proposta por VIEIRA (1981). Bacia de detenção 3. Seção de Controle: Nó 9: Montante da Rod. D. Pedro I.	102
Gráfico 3: Hidrograma gerado para os quatro cenários simulados, para chuva com $Tr=100$ anos pela equação i-d-f proposta por VIEIRA (1981). Bacia de detenção 3. Seção de controle Bacia Santa Genebra II - Montante da Av. Romeu Tórtima.	105
Gráfico 4: Hidrograma gerado para os quatro cenários simulados, para chuva com $Tr=100$ anos pela equação i-d-f proposta por VIEIRA (1981). Nó 24: Avenida 3 Cid. Universitária Posto Rio Das Pedras	106
Gráfico 5: Hidrograma gerado para os quatro cenários simulados, para chuva com $Tr=100$ anos pela equação i-d-f proposta por VIEIRA (1981). Bacia de detenção 15. Nó 37: Piscinão UNICAMP	109
Gráfico 6: Hidrograma gerado para os quatro cenários simulados, para chuva com $Tr=100$ anos pela equação i-d-f proposta por VIEIRA (1981). Bacia de detenção 10. Nó 42: Vertedouro Lagoa UNICAMP	110
Gráfico 7: Hidrograma gerado para os quatro cenários simulados, para chuva com $Tr=100$ anos pela equação i-d-f proposta por VIEIRA (1981). Bacia de detenção 19. Nó 59: Saída da Lagoa Rio das Pedras	113
Gráfico 8: Hidrograma gerado para os quatro cenários simulados, para chuva com $Tr=100$ anos pela equação i-d-f proposta por VIEIRA (1981). Nó 63: Foz do Ribeirão das Pedras no Ribeirão. das Anhúmas	114

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação esquemática de uma seção transversal de uma planície fluvial (adaptado de CHRISTOFOLETTI (1980) e INSTITUTO GEOLÓGICO (1993)).	22
Figura 2: Resultados da evolução urbana na bacia Tsumuri (YOSHIMOTO e SUETSUGI 1990).	31
Figura 3: Efeito da urbanização sobre a vazão máxima (LEOPOLD (1968) e TUCCI (2000)).	33
Figura 4: Hidrogramas típicos de bacias de detenção (TUCCI 2.000a).	46
Figura 5 Hidrografia - Município de Campinas e bacia do Ribeirão das Pedras.	70
Figura 6 Malha Urbana - Município de Campinas e bacia do Ribeirão das Pedras.	71
Figura 7: Médias mensais no período de 1959 a 1993 (Fonte: DAEE, 1997).	72
Figura 8: . Delimitação das Áreas de Preservação Permanente.	92
Figura 9: Mapeamento das Planícies de Inundação na bacia do Ribeirão das Pedras.	93
Figura 10: Àreas de Preservação Permanente e Planícies de Inundação – Microbacia do Ribeirão das Pedras	94
Figura 11: Bacias de detenção projetadas	98
Figura 12: Mapeamento dos geoambinetes	121
Figura 13: Delimitação do Parque Linear do Ribeirão das Pedras.	131

ESTUDO DAS VÁRZEAS VISANDO O CONTROLE DE CHEIAS URBANAS E A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA: O CASO DO PARQUE LINEAR DO RIBEIRÃO DAS PEDRAS, EM CAMPINAS, SP.

Palavras-chave: planejamento físico-territorial; impacto ambiental; bacias de retenção; matas ciliares; área de preservação permanente.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho é o desenvolvimento de metodologia para a inserção das várzeas no contexto do planejamento físico-territorial regional, visando otimizar sua função no controle de cheias urbanas e a definição de critérios para a restauração ecológica das áreas situadas ao longo dos cursos d'água. Para atingir tal objetivo, foi avaliado o impacto da urbanização na dinâmica hidrológica, notadamente com relação ao escoamento superficial direto, comparando um cenário original com um cenário provável de urbanização completa. Após, por meio de um estudo específico sobre a capacidade de armazenamento de água das planícies de inundação foi proposta a implantação de sistemas de controle de vazão para que as planícies desempenhem a função de reservatório, gerando o amortecimento da onda de cheia. Com base nos dados obtidos nessa etapa, foi possível subsidiar a elaboração de propostas de restauração ecológica das áreas de preservação permanente, de acordo com critérios técnicos que possibilitem sua consolidação do ponto de vista do meio físico, contribuindo com os modelos atualmente utilizados nos projetos de restauração ecológica. Como resultados, obteve-se que as áreas de preservação permanente não são suficientes para garantir a proteção das planícies de inundação na maior parte da bacia hidrográfica. Conforme modelo hidrológico utilizado, seria possível ajustar os valores das vazões de pico após a urbanização da bacia para valores similares ao cenário original, desde que implantadas 19 bacias de retenção aproveitando as características naturais das planícies de inundação e limitando a taxa de impermeabilização em 65% da área total da bacia. Com base nos dados obtidos, mapeou-se os geoambientes sujeitos a inundações temporárias, geoambientes brejosos e geoambientes de terra firme, indicando as espécies nativas adaptadas distribuídas por grupos ecológicos, fornecendo subsídios para a implantação de projetos de restauração ecológica das áreas ao longo dos cursos d'água.

USE OF FLOOD PLAINS IN URBAN FLOOD CONTROL AND ECOLOGICAL RESTORATION: THE CASE STUDY OF THE RIBEIRÃO DAS PEDRAS LINEAR PARK – CAMPINAS SP.

Keywords: planning, environmental impact, ecological restoration, riparian forest, permanent preservation area.

ABSTRACT

The main goal of this study is to develop a methodology for the use of flood plains in territorial planning at regional level, aiming to optimize its function in the urban flood control and define ecological restoration criteria in areas alongside rivers. In order to achieve this objective an evaluation of urban hydrological dynamic impact, notably in relation of direct superficial flow, was carried out. Both original and probable complete urbanized scenarios were compared. After a specific study on flood plains storage capacity, a proposal was made in order to build a flood control system to decrease flood peaks. Based on the results it was possible to elaborate ecological restoration proposals for areas of permanent preservation according to technical criteria that permit its consolidation considering the physical environment point o view. That approach contributes to the ecological restoration models currently used. The results showed that permanent preservation areas ware not sufficient to guarantee the protection of flood plains on most part of the watershed. According to the hydrological model adopted, it is possible to adjust the peak flow values, even after the complete urbanization, to values similar to the original scenario, as long as 19 detention basins are implanted, using flood plains natural characteristics and limiting the percentage of impermeable area to 65% of the total. Based on the results different environments were separated and mapped as follows: areas susceptible to temporary floods, swamps and well drained lands. This subsidizes projects on ecological restoration in areas alongside rivers.

1. INTRODUÇÃO

A expansão urbana causa alterações significativas no meio natural, quase sempre de caráter irreversível. No contexto do planejamento físico-territorial, torna-se necessária a determinação de critérios que orientem a alteração do uso rural para urbano, visando garantir uma ocupação racional dos espaços e a prevenção de conflitos, responsáveis pelo comprometimento dos recursos naturais e da qualidade de vida da população.

As questões ambientais passaram a ter grande importância no planejamento físico-territorial regional. A falta de planejamento da expansão urbana é a causa mais comum do agravamento dos problemas de enchentes ou de escorregamentos, alteração da qualidade e quantidade dos mananciais hídricos, extermínio ou afastamento de espécies da fauna e flora locais, entre outros impactos sobre o meio natural.

O Município de Campinas, fundado em 1782, passou por diversos ciclos econômicos agrícolas, em especial da cana-de-açúcar e do café, os quais praticamente eliminaram a cobertura vegetal original do território, causando severo impacto sobre a biodiversidade local e recursos hídricos.

Na prática, isto significa que atualmente 2,55% do território do Município de Campinas se encontra revestido por vegetação natural, no geral em estado bastante alterado e comprometido. Estudos indicam que menos de 10% dos cursos d'água do município encontram-se protegidos por vegetação ciliar, apesar de todos os dispositivos legais e institucionais que prevêem sua preservação ou recuperação.

Com relação aos recursos hídricos, os antigos ciclos agrícolas já teriam sido responsáveis por importantes impactos, em especial decorrentes dos processos erosivos e de assoreamento, intensificados pela remoção da cobertura vegetal natural e pela falta de conhecimento e de técnicas de conservação dos solos, característica dos cultivos agrícolas que eram desenvolvidos na época. O empobrecimento dos solos devido à erosão é tido como um dos principais fatores que levaram ao esgotamento dos ciclos econômicos agrícolas da época.

Tais aspectos demonstram que os impactos ambientais causados pelos antigos ciclos econômicos foram de tal intensidade que provocaram alterações irreversíveis com relação à biodiversidade e dinâmica hidrológica originais. Preocupam-se corretamente os ambientalistas

de que o processo de urbanização que se iniciou na década de 60 do século passado possa agora comprometer o que restou dos recursos naturais, consolidando um cenário de degradação, escassez e baixa qualidade de vida e ambiental.

Por outro lado, tendo em vista a situação de degradação ambiental herdada dos antigos ciclos econômicos, os recursos alocados atualmente em processos de urbanização podem ser a alavanca necessária para a implantação e consolidação de um cenário mais adequado do ponto de vista ambiental, assumindo os preceitos do tão propagado desenvolvimento sustentável. Para tanto, é necessário o desenvolvimento de metodologias que possibilitem a definição do cenário desejado, para que o desenvolvimento urbano seja admitido desde que venha a contribuir para consolidar tal cenário.

Os processos de urbanização geram profundas alterações na dinâmica hidrológica de bacias hidrográficas, fato este amplamente comprovado e reconhecido por hidrólogos, urbanistas, administradores públicos e técnicos da área ambiental. Como raramente a análise destas alterações abrange níveis regionais, nos processos de planejamento e de licenciamento da expansão urbana, o crescimento das cidades acaba gerando o agravamento ou surgimento de problemas como inundações mais severas, enxurradas violentas e destrutivas, desencadeamento ou intensificação de processos erosivos ou de assoreamento, dentre outros. Em consequência disto, tornam-se cada vez mais freqüentes as catástrofes decorrentes de chuvas intensas, causando grandes prejuízos econômicos, sociais e ambientais, e, não raro, a perda de vidas humanas.

Tornam-se comuns as afirmações de que a preservação das várzeas urbanas é de fundamental importância para o controle de enchentes, definindo-se normas que restringem a ocupação de tais áreas. Entretanto, existem poucas áreas estudadas que permitam definir a localização e extensão das várzeas urbanas, além de avaliar o efetivo desempenho dessas áreas no amortecimento de ondas de cheias, bem como as estruturas necessárias para aumentar a eficiência deste amortecimento e a definição de usos adequados e compatíveis, visando evitar usos irregulares ou conflitantes.

Como exemplo, temos que, ainda hoje, a principal ferramenta jurídica utilizada para ordenamento da ocupação territorial, notadamente dos fundos de vale, é o Código Florestal

(Lei Federal nº 4.771/65 e alterações), que determina as faixas de recuo ao longo dos corpos d'água, gravando-as como de preservação permanente.

Se, por um lado, tal instrumento legal tem-se configurado de extrema importância, por permitir aos órgãos licenciadores e de fiscalização a restrição da ocupação de faixas marginais aos corpos d'água, por outro a sua generalidade tem gerado inúmeras distorções que comprometem o resultado efetivo de sua aplicação. Por exemplo, ao definir faixas de recuo constantes para todo o território nacional, a lei ignora a variabilidade de feições geomorfológicas ou ecossistemas distintos existentes, que determinam dinâmicas hidrológicas e de vegetação completamente distintas.

Outro exemplo grave da generalidade da aplicação do Código Florestal é a não consideração das tipologias de uso do solo na bacia hidrográfica. Assim, a faixa de preservação permanente continuaria idêntica em uma bacia que tivesse seu uso alterado, por exemplo, de uma cobertura florestal para o uso urbano, mesmo sendo claro e notório o incremento de vazões e a alteração da dinâmica hidrológica desta bacia.

Para complicar, há um consenso geral da necessidade da recuperação das matas ciliares nas áreas de preservação permanente, devido aos inegáveis benefícios ambientais resultantes da sua existência. Entretanto, pergunta-se: Será possível recuperar a vegetação natural nas margens de cursos d'água, mesmo sabendo que ocorreram incrementos maiores que 500% nas vazões de pico no canal, como consequência da urbanização da bacia? Na prática, é possível que os esforços realizados para recuperação das matas ciliares, se efetuados isoladamente, sejam completamente comprometidos com a ocorrência de uma precipitação mais intensa, que poderia gerar vazões que arrastariam as árvores plantadas na margem do canal de drenagem.

Os projetos de reflorestamento ciliar adotam modelos que buscam reproduzir as condições naturais de sucessão ecológica das florestas originais. Entretanto, anteriormente à análise da estrutura e composição florística e da dinâmica sucessional das florestas, é necessária a equalização dos aspectos físicos das áreas a serem reflorestadas, em especial com relação à dinâmica hidrológica e solos, que definem as condições e características em que ocorrerão os processos de deflúvio, erosão e assoreamento ao longo da calha do curso d'água.

Tais aspectos representam influência extremamente significativa na composição da vegetação que se pretende consolidar ao longo dos cursos d'água.

Dessa forma, assume-se que não considerar previamente os aspectos relativos ao meio físico nos projetos de reflorestamento ciliar pode levar ao comprometimento de seus objetivos. Assim, quando se tenta reproduzir as condições naturais de composição e dinâmica sucessional das florestas ciliares, previamente devem ser adotadas as medidas que possibilitem que indicadores como vazão de pico e transporte e deposição de sedimentos também se aproximem das condições originais, possibilitando então a consolidação da vegetação nos moldes da que ocorria de maneira natural. Para isso, há a necessidade de desenvolvimento de modelos que permitam a análise e definição de quais medidas devem ser adotadas, visando atingir a situação desejada.

Durante muito tempo o objetivo principal da drenagem urbana foi remover as águas pluviais em excesso da forma mais eficiente possível para evitar transtornos, prejuízos e riscos de inundações. Dentro deste raciocínio, as planícies fluviais deixavam de ser consideradas, cedendo as áreas para a ocupação urbana e implantação da infra-estrutura, em especial avenidas de fundos de vale. Como consequência, temos a formação de picos de vazão extremamente elevados, que geram inundações mais frequentes em áreas próximas, e que demandam de vultosos recursos para sua correção.

Em alguns municípios brasileiros a legislação de uso e ocupação do solo e de ordenamento territorial evoluiu para restringir a ocupação urbana das áreas consideradas como planícies fluviais ou planícies de inundação, destinando-as para usos compatíveis, em especial a formação de áreas verdes. Entretanto, a função desempenhada pelas planícies fluviais naturais no amortecimento de ondas de cheia em áreas urbanizadas carece de estudos que permitam avaliar seu melhor aproveitamento no controle de inundações, de erosão e assoreamento nas bacias hidrográficas, tendo em vista a necessidade da proposição de formas de uso sustentáveis para tais áreas e que possam consolidar-se em tais situações.

Neste aspecto deve-se considerar a dificuldade da imposição de restrições ao uso do solo urbano, devido aos altos valores da terra, devendo, portanto, haver muita racionalidade na definição destas restrições, de maneira a torná-las menos vulneráveis às pressões econômicas que certamente estarão atuando.

Desta forma, torna-se necessário o desenvolvimento de metodologias que permitam ao poder público planejar a expansão urbana em bacias hidrográficas, determinando os critérios e medidas necessárias para mitigar ou anular os impactos da urbanização na dinâmica hidrológica e sobre a biodiversidade. Com base nesses princípios, estaria possibilitada a criação de um ambiente sustentável do ponto de vista da drenagem urbana e garantidas as condições para a recuperação e consolidação da vegetação em áreas de fundo de vale, de maneira integrada com as demais funções ou necessidades dos aglomerados urbanos.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo é o desenvolvimento de metodologia para a inserção das várzeas no contexto do planejamento físico-territorial regional, visando otimizar sua função no controle de cheias urbanas e a definição de critérios para a restauração ecológica das áreas de situadas ao longo dos cursos d'água. Para tanto, buscar-se-á atingir os seguintes objetivos específicos:

- Mapear as planícies de inundação e áreas de preservação permanente na bacia do Ribeirão das Pedras, tecendo uma análise comparativa;
- Realizar simulações hidrológicas na bacia do Ribeirão das Pedras, para um cenário original e outro projetado para a urbanização completa da bacia, avaliando os impactos da urbanização no deflúvio da bacia, com base em mapeamento na escala 1:10.000;
- Propôr um sistema controle hidráulico de vazão, em determinados pontos da bacia, que possibilite a utilização das planícies de inundação como bacias de detenção/retenção, para fins de amortecimento das ondas de cheia;
- Simular um cenário considerando o sistema de bacias implantado, e avaliar a capacidade do sistema para reduzir os impactos da urbanização no deflúvio da bacia, obtido quando a vazão de pico na foz do ribeirão atingir valores semelhantes aos simulados para o cenário original;
- Mapear os geoambientes a serem formados com a implantação do sistema, identificando as diferentes condições físicas determinantes para a implantação de projetos de restauração ecológica das áreas ao longo dos cursos d'água.
- Propor um modelo de restauração ecológica que tenha como premissa a adoção de medidas e critérios que visem mitigar ou anular os impactos no meio físico decorrentes das atividades antrópicas na bacia hidrográfica.

Dessa forma, a primeira hipótese do presente trabalho é de que a utilização das planícies de inundação (várzeas) para armazenamento temporário de água, atuando como bacias de detenção/retenção, determinadas com base em simulações hidrológicas e criação de

cenários, pode mitigar os impactos da urbanização na dinâmica hidrológica em bacias hidrográficas, notadamente com relação ao escoamento superficial direto.

A segunda hipótese é de que a restauração ecológica de áreas ao longo dos cursos d'água depende necessariamente da adoção de medidas de controle e mitigação de impactos sobre a dinâmica hidrológica em bacias hidrográficas urbanizadas, de maneira a possibilitar sua consolidação da vegetação desejada neste novo contexto.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. OS PLANOS E LEIS

Este capítulo procura elaborar uma revisão dos planos e leis que norteiam (ou deveriam nortear) o processo de ocupação urbana do território e o crescimento da cidade de Campinas, donde se depreende que há décadas se procura definir critérios que levem ao ordenamento físico-territorial desse desenvolvimento. Para tanto, realizou-se um levantamento dos planos diretores municipais e da legislação que regula a ocupação nos fundos de vale.

3.1.1 PLANEJAMENTO FÍSICO TERRITORIAL DO MUNICÍPIO DE CAMPINAS

Analisando os estudos e planos elaborados no Município de Campinas, é possível observar que, principalmente na última década, cresceu a preocupação com a conservação dos recursos naturais, concentrando as atenções em áreas de fundo de vale, por associar questões como drenagem urbana, mananciais hídricos, florestas ciliares, áreas verdes urbanas, entre outros. Entretanto, ainda se observa um enorme abismo entre as diretrizes gerais e a definição de critérios e normas específicos, que levem ao efetivo ordenamento da ocupação. Um dos motivos desse cenário é, sem dúvida, a carência de dados e estudos que possam subsidiar a definição racional desses instrumentos.

CAMPINAS (1990) descreve que, no Município de Campinas, no século passado, ocorreram dois momentos distintos na elaboração de planos: O primeiro, em 1934, com o urbanista Prestes Maia, que prepara a cidade para a era do automóvel, com a proposição de grandes avenidas, influenciando os destinos da administração por cerca de 3 décadas. O segundo, em 1970, com o desenvolvimento do Plano Preliminar de Desenvolvimento Integrado, que procura pela primeira vez abordar não só aspectos físico-territoriais, mas também sócio-econômicos, estabelecendo diretrizes e projetando necessidades futuras, com base em diagnóstico estruturado. Apesar de não ter sido transformado em lei, influenciou a administração durante anos, pois se tratava de plano abrangente. O próximo esforço sistematizado ocorre em 1983, com o 'Diagnóstico das Características e Tendências do

Desenvolvimento de Campinas`, atualizado em 1985 e dando origem ao documento `Objetivos e Diretrizes do Desenvolvimento de Campinas`, ambos desenvolvidos pela Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação, da Prefeitura de Campinas.

Após este período iniciaram-se os estudos que culminaram no documento `Campinas – Subsídios para a discussão do Plano Diretor` (CAMPINAS, 1990), que abrangia desde aspectos históricos, sócio-econômicos, dos ecossistemas naturais e modificados, resultando em diretrizes para o uso do solo, políticas públicas, sistemas viário e de transportes, sistema institucional, e também preconizando a integração com a região metropolitana.

A proposta de elaboração do macrozoneamento para o Plano Diretor de Campinas funda-se na necessidade de se definir limites espaciais para a utilização dos recursos naturais, a partir das bases teóricas do desenvolvimento sustentável (CAMPINAS, 1990). O macrozoneamento ambiental realizado no início da década de 90 como subsídios para a elaboração do Plano Diretor, indica que o terço superior da microbacia do Ribeirão das Pedras é considerado como Área de Vocação Urbana e Industrial, e o restante como Área de Controle Ambiental, tendo como destinação a agricultura, preservação e urbanização com restrições.

Destaca-se de CAMPINAS (1990), algumas orientações para ao Plano Diretor de Campinas, no tocante à drenagem urbana e vegetação:

- As várzeas dos grandes córregos, onde possível, deverão ser preservadas e urbanizadas para funcionar como seus pulmões;
- A canalização de córregos deverá ser executada somente onde for indispensável, e através de canal a céu aberto;
- Deverão ser promovidas alterações na lei de uso do solo, com o objetivo de preservar as várzeas e reduzir o processo desordenado de impermeabilização da cidade;
- Levantamento e mapeamento dos corpos d'água, visando a preservação e recuperação da qualidade de água e das suas margens;
- Elaboração de um zoneamento hidroagrícola e reflorestamento ciliar;

- Levantamento e cadastramento de toda a cobertura vegetal remanescente, bem como das áreas de várzeas em escala de detalhe e estabelecer no prazo máximo de 2 anos um programa de recuperação, preservação e manejo da fauna e flora existentes;
- Elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana antecedido por um completo diagnóstico da situação atual;
- Identificação das áreas assoreadas ou em processo de assoreamento, e sua recuperação, através de contenção de erosão e dragagem (desassoreamento);
- Identificação das áreas inundáveis (várzeas e áreas urbanizadas com sistema de drenagem subdimensionado);
- Inibição da ocupação urbana e industrial nas várzeas, através de legislação específica (Lei de Uso e Ocupação do Solo), e sistemas de prevenção, a fim de reduzir o processo desordenado de impermeabilização da cidade;
- Realização de estudos e obras estruturais como canalizações, retificações de canais, redimensionamento da rede coletora de drenagem, objetivando solucionar os problemas de enchentes.

Como se pode observar, desde aquela época há a necessidade de estudos que venham a subsidiar a definição de normas e critérios para a preservação das várzeas, sua utilização no controle de enchentes e da impermeabilização, bem como das técnicas para a restauração ecológica das mesmas.

A Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo publicou o documento 'Subsídios do meio físico e geológico ao planejamento do Município de Campinas' (INSTITUTO GEOLÓGICO, 1993), importante documento que forneceu elementos para a inserção dos aspectos relativos ao meio físico na definição do ordenamento territorial. No caso das planícies fluviais, o documento indica como áreas impróprias à ocupação, devendo ser destinadas à composição de áreas verdes e de lazer, bem como acionar e fazer cumprir o Código Florestal, visando preservar e recuperar as matas ciliares e as planícies de inundação.

CAMPINAS (1995) apresenta os estudos que resultaram no Plano Diretor de Campinas, finalmente aprovado como a Lei Complementar nº 004/96, a qual continua

vigente. Os objetivos definidos para a política urbana no Plano Diretor de Campinas (1995), nos aspectos de drenagem e vegetação são:

- Ordenação do território que promova um desenvolvimento equilibrado, balizado pela definição de critérios e limites de crescimento conforme a capacidade de suporte do meio natural e do sistema de infra-estruturas e equipamentos, bem como as necessidades de abastecimento e bem estar da população;
- Priorização da proteção e recuperação do patrimônio natural, entendido como bens de preservação permanente, recursos naturais e paisagens;
- Priorização da proteção e recuperação do meio ambiente da zona urbana, especialmente nos setores de drenagem, saneamento, poluição, áreas de risco ao assentamento humano e áreas verdes de interesse social e histórico;

Das diretrizes ambientais consideradas prioritárias por CAMPINAS (1995) destacam-se:

- Implantar áreas de especial interesse ambiental, como parques metropolitanos e municipais, com o objetivo de proteger, ou estimular, a recomposição de ecossistemas significativos em áreas urbanas e a formação de bolsões verdes voltados a programas de interesse social, enfocando o abastecimento alimentar e o profissionalizante;
- Implantar o Programas Proteção de Encostas e de Fundos de Vale, visando proteger as áreas sujeitas a erosão, assoreamento e inundações, com a definição de regras específicas para sua ocupação e criação de áreas de preservação permanente;
- Coibir o parcelamento do solo em áreas rurais, de modo a evitar a intensificação da degradação das microbacias e iniciar processo de recuperação de matas ciliares, por meio de campanhas educativas e com a participação dos proprietários;
- Promover convênios com universidades, institutos de pesquisa e órgãos competentes para a execução de estudos que visem orientar e normalizar o manejo e a conservação das microbacias;

- Exigir o cumprimento da Lei Orgânica de Uso e Ocupação do Solo Municipal e adotar a Resolução CONAMA nº. 004, de 18/09/85, que restringem a ocupação das áreas de várzeas (planícies de inundação) e alagadiços, bem como protegem os recursos hídricos e as matas ciliares.

- Executar obras de terraplanagem preferencialmente no período de estiagem de modo a evitar problemas de erosão e assoreamento dos canais de drenagem.

- Do estabelecimento de critérios de parcelamento, uso e ocupação do solo que garantam uma ocupação adequada com relação aos recursos ambientais, tratando as diferentes regiões da cidade de acordo com suas especificidades geológicas e geotécnicas.

- Da preservação das planícies de inundação de áreas que não foram objeto de parcelamento, para a implantação de áreas verdes, parques lineares, bacias de retenção e quadras de esportes, não sendo permitidas a construção de edifícios nas mesmas;

- Do estabelecimento de critérios para o controle da impermeabilização do solo e das enchentes em áreas já ocupadas, bem como para os novos parcelamentos;

- Preservação as matas significativas da região;

A área de estudo do presente estudo foi englobada, no macrozoneamento proposto pelo Plano Diretor de Campinas (CAMPINAS, 1995), na macrozona 3 – Área de Urbanização Controlada Norte, tendo como principais diretrizes ambientais:

- Preservação as matas significativas da região;

- Recuperar as matas ciliares dos córregos que nascem na mata Santa Genebra (AP's 4 e 5), com a implantação de parques lineares, formando corredores de interligação das matas remanescentes pertencentes ao mesmo ecossistema;

O Plano Diretor de Campinas cria a figura dos Planos Locais de Gestão Urbana como instrumentos de detalhamento das diretrizes urbanísticas gerais da cidade através do estabelecimento de critérios específicos de parcelamento, uso e ocupação do solo, a serem

incorporados à revisão da legislação urbanística. Enquanto embasamento técnico para o Projeto de Lei do Plano Local, as propostas de uso e ocupação do solo partem das diretrizes emanadas do Projeto de Lei do Plano Diretor de Campinas, detalhando-as para o âmbito local. (CAMPINAS,1996).

Os planos locais, segundo o próprio Plano Diretor (CAMPINAS, 1995), são elaborados com a participação da comunidade tendo como finalidade detalhar normas e/ou regras urbanísticas locais através da definição de: usos permitidos, intensidade de ocupação do solo, padrões urbanísticos a serem estabelecidos, restrições sobre edificações e/ou atividades, localização de equipamentos e recuperação de espaços públicos, hierarquização do sistema viário e projetos de orientação de tráfego, medidas de proteção e valorização do patrimônio cultural e do ambiente urbano, medidas de proteção e recuperação do meio ambiente e dos recursos naturais.

A microbacia do Ribeirão das Pedras foi englobada na área de estudo do PLGU-BG - Plano Local de Gestão Urbana de Barão Geraldo (CAMPINAS, 1996), o qual foi transformado na Lei Municipal nº 9.199/96. Tal estudo contou com a participação de equipes técnicas da UNICAMP, PUCCAMP e da Prefeitura de Campinas, tendo realizado diversas audiências públicas que garantiram a participação da comunidade, resultando em um dos principais exemplos de planejamento já desenvolvidos em municípios brasileiros.

O PLGU-BG - Plano Local de Gestão Urbana de Barão Geraldo (CAMPINAS, 1996), indicou no diagnóstico ambiental da bacia do Ribeirão das Pedras:

É a que concentra maior parte da área urbanizada de Barão Geraldo. Apesar disto, apresenta menor poluição de suas águas, devido ao sistema de interceptação dos esgotos e seu afastamento, até o lançamento “in natura” no Ribeirão Anhumas, excetuando-se os esgotos produzidos nos bairros Parque Alto Taquaral e adjacências, lançados “in natura” no alto curso do Ribeirão das Pedras. Há também várias planícies de inundação ainda não ocupadas por moradias e/ou instalações comerciais, permitindo sua recuperação para áreas de matas, de lazer, de armazenamento de água, e outros usos compatíveis.

Nesta bacia, não se verificam atividades de mineração, estando alguns dos impactos ambientais identificados, associados à:

1- Deposição irregular e inadequada de resíduos de sólidos em terreno baldios e planícies de inundação, provocando a poluição e assoreamento das drenagens e o aumento da freqüência e intensidade inundações a montante;

2- Ocupação de planícies de inundação por moradias, instituições de ensino e pesquisa, e por comércios e serviços, principalmente no trecho compreendido entre a Avenida I e a foz no Ribeirão Anhumas;

3- Desmoronamento de margens e instalação de processos erosivos em áreas desmatadas e/ou movimentadas no Parque das Universidades e Jardim Santa Genebra;

4- Inexistência de mata ciliar, salvo em trechos muito restritos. Esta situação se aplica integralmente às demais bacias estudadas.

Por ser a mais intensamente urbanizada, e onde a expansão urbana deverá continuar ocorrendo mais intensamente, deve ser considerada uma bacia prioritária para o planejamento ambiental, visando a manutenção da qualidade de vida de Barão Geraldo.

Os estudos ambientais realizados no âmbito do PLGU-BG indicaram como diretrizes específicas para a microbacia do Ribeirão das Pedras a *'implantação de um sistema de parques lineares, equipado com ciclovias, cujo traçado se desenvolva ao longo do Ribeirão das Pedras, desde a sua nascente, e envolva os remanescentes de matas nativas existentes em seu percurso'*, conforme consta na Lei 9.199/96, em seu artigo 11, item I.

A mesma lei, em seu Artigo 35, define projetos especiais a serem desenvolvidos na região, destacando-se o (IV) Parque do Ribeirão das Pedras e (VI) Corredor Migratório da Fazenda Santa Genebra. Nos Artigos 42 e 43, definem-se os objetivos e as diretrizes específicas para o projeto especial do Parque do Ribeirão das Pedras.

Conclui-se que, embora a questão de vegetação e drenagem urbana tenha sido considerada no escopo do planejamento territorial, na forma de diagnóstico e diretrizes, pequenos foram os avanços no sentido da determinação de critérios específicos e embasados que pudessem nortear o desenvolvimento urbano e que possibilitassem uma gestão eficaz do patrimônio natural e da qualidade de vida e ambiental.

3.1.2 O CÓDIGO FLORESTAL E LEGISLAÇÃO CORRELATA

Diversos trabalhos apresentam uma revisão da legislação ambiental brasileira, incluindo os aspectos referentes ao Código Florestal Brasileiro. Dentre eles, pode-se destacar VENTURA et al (1998) e SILVA (2002), sendo que neste último a experiência do autor que atua como Procurador Geral do IBAMA permitiu a publicação de legislação comentada e bastante atualizada. CRESTANA (1993) apresenta uma coletânea da legislação ambiental pertinente à proteção e recuperação da vegetação nativa.

O Código Florestal (Lei Federal nº 4.771 de 15/setembro/1965, alterado pelas Leis nº 7.803 de 18/julho/1989 e nº 7.875 de 13/novembro/1989) considera as beiras de rios e lagoas como áreas de preservação permanente, estipulando as faixas marginais a serem respeitadas, de acordo com a largura dos rios.

A Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002 dispõe sobre os parâmetros definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Já Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002, dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente, de onde se pode destacar as seguintes definições:

- Nível mais alto: nível alcançado por ocasião da **cheia sazonal (grifo nosso)** do curso d'água perene ou intermitente;
- Nascente ou olho d'água: local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea;
- Vereda: espaço brejoso e encharcado, que contém nascente ou cabeceiras de cursos d'água, onde há a ocorrência de solos hidromórficos, caracterizado predominantemente por renques de buritis-do-brejo (*Mauritia flexuosa*) e outras formas de vegetação típica.

A Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 revogou a Resolução CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985, a qual determinava critérios de limites das APP's em certos casos até então.

A Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, alterou e inseriu algumas definições ao texto do Código Florestal, destacando a definição de que a Área de Preservação Permanente (APP) é a área protegida nos termos dos Artigos 2º e 3º desta lei,

coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Neste ponto, difere do texto original, que considerava não a área, mas sim as florestas e demais formas de vegetação nativa, induzindo a interpretações técnicas e jurídicas mais complexas para sua aplicação.

Dessa forma consideram-se de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação situadas:

a) ao longo dos rios ou de outro qualquer curso de água, desde o seu nível mais alto em faixa marginal, cuja largura mínima será:

1- de 30 (trinta) metros para os rios com menos de 10 metros de largura;

2- de 50 (cinquenta) metros para os cursos de água com largura entre 10 e 50 metros;

3- de 100 (cem) metros para os cursos de água com largura entre 50 e 200 metros;

4- de 200 (duzentos) metros para os cursos de água com largura entre 200 e 600 metros;

5- de 500 (quinhentos) metros para os cursos de água que possuam largura superior a 600 metros.

b) Ao redor de represas e reservatórios, naturais ou artificiais; (limites especificados na Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002);

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura; *(Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)*

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;

e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais; *(Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)*

h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação. *(Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)*

Parágrafo único. No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo. *(Parágrafo acrescentado pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)*

O Código Florestal, em seu artigo 18, prevê que em terras de propriedade privada onde seja necessário o florestamento de preservação permanente, o Poder Público Federal poderá fazê-lo sem desapropriá-las, se não o fizer o proprietário. As áreas assim utilizadas pelo Poder Público ficam isentas de tributação.

Para a região sudeste do Brasil, o Código Florestal determina que cada propriedade rural deverá ter, na forma de Reserva Florestal Legal, 20% do total da área da propriedade destinados a abrigar as formas naturais de vegetação, sendo essas áreas averbadas à margem da escritura no Cartório de Registros.

A Lei Federal 6.938/81, em seu artigo 18, prevê que as florestas e demais formas de vegetação consideradas de preservação permanente pelo Código Florestal são transformadas em estações ou Reservas Ecológicas, sob responsabilidade do IBAMA.

O Decreto Federal 89.336/94 considera como Reservas Ecológicas as áreas enquadradas como de preservação permanente citadas no artigo 18 da Lei Federal 6.938/81, atribuindo ao CONAMA o dever de criar normas e critérios para o uso dos recursos naturais existentes nestas áreas.

A Lei Federal 8.171/91, que dispõe sobre a política agrícola, prevê que o proprietário rural é obrigado a recompor a Reserva Florestal Legal em sua propriedade, até atingir o índice de 20% da área previsto pelo Código Florestal, sendo a recomposição efetuada na base de um trinta avos por ano da área para complementar a referida Reserva Legal.

A mesma lei prevê a concessão de incentivos especiais aos proprietários rurais que preservarem a cobertura vegetal nativa existente em sua propriedade ou recuperarem com espécies nativas ou ecologicamente adaptadas as áreas já devastadas de sua propriedade.

A Constituição do Estado de São Paulo, em seu artigo 193 prevê a criação de programas e incentivos, incluindo os de crédito, a planos de revegetação ciliar e conservação de solo e água a serem efetuados pelos órgãos oficiais conjuntamente com os proprietários rurais.

Em seu artigo 197, a Constituição Paulista considera de Proteção Permanente as nascentes, os mananciais e as matas ciliares.

O Decreto Estadual 34.663/92 dispõe sobre a exploração agrícola das várzeas no Estado de São Paulo. Prevê que não serão autorizadas explorações agrícolas em áreas cujo solo não seja compatível com seu aproveitamento técnico-econômico, de comprovado interesse ecológico ou em bacias de captação de água para abastecimento público.

Como é possível observar, a quantidade de dispositivos legais que disciplinam o uso das áreas situadas às margens das coleções hídricas, não raro sobrepondo leis que se contradizem, ressaltando a necessidade de estudos que possam permitir a análise e determinação de medidas específicas a serem adotadas.

3.2 PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO

Sendo um dos objetivos do presente trabalho a recuperação da capacidade de armazenamento de água das planícies de inundação naturais, a fim gerar uma otimização do desempenho da função de amortecimento das ondas de cheias, bem como o levantamento das características e dinâmica dessas áreas, que determinam a ocorrência das formas de vegetação natural, a qual se pretende recuperar, buscou-se elaborar estudos que caracterizem tais planícies de inundação.

Conforme CHRISTOFOLETTI (1980) a planície de inundação é a faixa do vale fluvial composta por sedimentos aluviais, bordejando o curso de água, e periodicamente inundada pelas águas de transbordamento do rio.

Segundo o autor, embora esta definição seja razoável, a planície de inundação pode ser definida e delimitada por critérios diversos, conforme a perspectiva e os objetivos dos pesquisadores: Para o geólogo, é a área do vale fluvial recoberta pelos materiais depositados pelas cheias. Para o hidrólogo, é a área do vale fluvial periodicamente inundada por cheias de determinada magnitude ou frequência (nível das cheias com intervalo de recorrência de 10 anos, por exemplo). Para o legislador, pode ser delimitada e definida pelo estatuto de uso da terra; para o geomorfólogo, a planície de inundação apresenta configuração topográfica específica, com formas de relevo e depósitos sedimentares relacionados com as águas fluviais, na fase canal e de transbordamento.

Planícies fluviais são formas topográficas formadas pela ação dos rios, sendo constituídas pelos leitos de canal, pela planície de inundação e pelos terraços. (INSTITUTO GEOLÓGICO, 1993).

CHRISTOFOLETTI (1980) define que planícies de inundação são áreas constituídas por sedimentos arenosos finos, silto arenosos, argilas e/ou argilas orgânicas, dispostos em camadas irregulares e descontínuas, podendo apresentar ou não cascalhos e matacões. É comum a presença de alagadiços devido à presença de lençol freático aflorante ou raso. Estas feições são formadas pelo leito maior e pelo leito maior excepcional.

Os leitos fluviais correspondem aos espaços que podem ser ocupados pelo escoamento das águas, e, no que tange ao perfil transversal nas planícies de inundação, podemos distinguir os seguintes:

Leito de vazante: que está incluído no leito menor e é utilizado para o escoamento das águas baixas. Constantemente ele serpenteia entre as margens do leito menor, acompanhando o talvegue, que é a linha de menor declividade do terreno.

Leito menor: que é bem delimitado, encaixado entre as margens geralmente bem definidas. O escoamento das águas nesse leito tem a frequência suficiente para impedir o crescimento da vegetação.

Leito maior periódico ou sazonal: área regularmente ocupada pelas cheias, pelo menos uma vez a cada ano.

Leito maior excepcional: por onde correm as cheias mais elevadas, as enchentes. É submerso em intervalos irregulares, mas, por definição, nem todos os anos.

Terraços: são áreas situadas em posição elevada em relação ao curso d'água atual, não sendo recoberto nem mesmo nos períodos de maiores enchentes. São constituídos de argilas, areias, areias siltsosas, podendo apresentar ou não cascalhos e matacões. São secos e apresentam nível freático mais profundo. São feições descontínuas ao longo dos vales.

A figura 1 demonstra uma secção transversal da planície fluvial, apresentando os leitos do canal, a planície de inundação e os terraços.

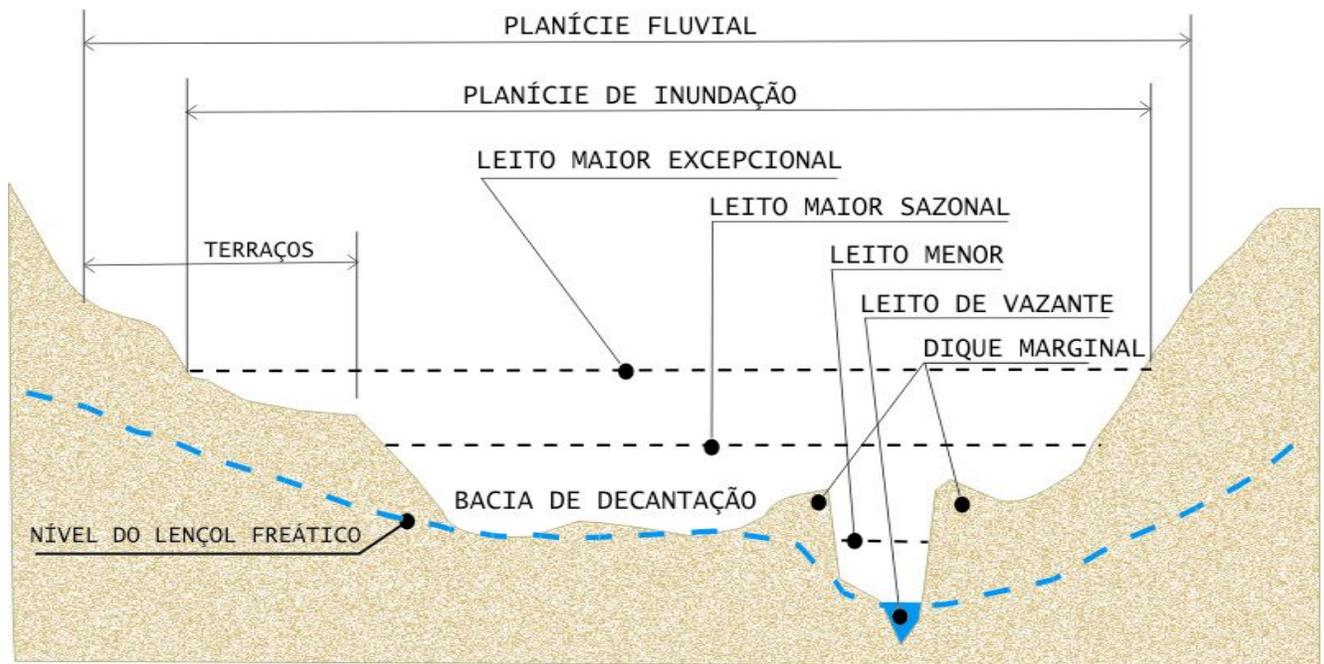


Figura 1: Representação esquemática de uma seção transversal de uma planície fluvial (adaptado de CHRISTOFOLETTI (1980) e INSTITUTO GEOLÓGICO (1993)).

Como é possível observar, a planície fluvial é composta pelo leito de canal e pela planície de inundação, a qual é composta pelos diques marginais, bacias de decantação e baixos terraços, englobando o leito maior sazonal e o leito maior excepcional.

As categorias de formas topográficas originadas em ambientes fluviais são muito diversas, escalonando-se desde as microformas do leito fluvial até a grandeza dos vales fluviais. O entrelaçamento das ações erosivas e deposicionais, no tempo e no espaço, produz complexos de formas topográficas que surgem como respostas a ambientes de sedimentação, caracterizando o canal fluvial, a planície de inundação, os deltas, os cones aluvionais e as formações pedimentares (CHRISTOFOLETTI, 1978).

Na nomenclatura atual, descrita em OLIVEIRA et al (1999), são descritas as seguintes unidades de solos na situação de relevo de várzea:

Os Gleissolos agrupam as unidades Gleis Húmicos, Glei Pouco Húmicos e Hidromórficos Cinzentos. Na legenda expandida do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, publicado na escala 1:500.000 (OLIVEIRA et al 1999), são descritas 15 unidades de Gleissolos Háplicos (GX), que agrupam Glei Pouco Húmicos e Hidromórficos Cinzentos, e

uma unidade de Gleissolos Melânicos (GM), agrupando Glei Húmicos e Hidromórficos Cinzentos. Há ainda duas unidades de solos de Gleissolos Sálcos (GZ), formados por solos órticos.

São apresentadas também 3 unidades de Neossolos Flúvicos, constituídos por solos aluviais e ainda 5 unidades de Neossolos Quartzarênicos associados ao relevo de várzea, que na classificação antiga eram denominados de Areias Quatzosas Hidromórficas.

Os solos orgânicos receberam a denominação de Organossolos, sendo identificadas duas unidades de Organossolos Tiomórficos e duas de Organossolos Mésicos ou Háplicos. Os Planossolos foram mapeados em três unidades de Planossolos Háplicos, sendo uma um grupamento indiscriminado com Gleissolos Háplicos e Melânicos.

Nas áreas ribeirinhas, sob as formações ciliares, são encontrados diversos solos, os quais variam essencialmente em função do maior ou menor grau de hidromorfismo que acontece nestes terrenos ou pela ausência deste aspecto. Além disso, a natureza do material originário é outro fator importante na distinção das classes de solos (JACOMINE, 2001).

Os solos de ocorrência natural em planícies aluvionais receberam a denominação genérica de Complexo Indiscriminado de Solos Hidromórficos no Levantamento Pedológico Semidetalhado do Estado de São Paulo – Quadrícula de Campinas (OLIVEIRA et al. 1979), devido a pequena expressão espacial, dificuldade de acesso às mesmas e escala de publicação do mapa, esclarecendo entretanto tratar-se de uma associação de solos que apresentam apreciável variação quer do ponto de vista morfológico como físico e químico.

Como característica comum, contudo, apresentam a presença do fenômeno de hidromorfismo a profundidades inferiores a 120 cm, bem como são solos sujeitos as inundações temporárias ou a presença de lençol freático elevado, e, como consequência, apresentam-se encharcados durante períodos mais ou menos longos ao longo do ano. Na Quadrícula de Campinas (OLIVEIRA et al. 1979), o autor identificou que o Complexo Indiscriminado de Solos Hidromórficos ocupa uma área de 2.659,9ha, ou 0,93% da área total, relacionadas às margens dos cursos d'água mais importantes.

DONZELLI et al. (1978) identificaram três feições fisiográficas em uma planície de inundação do rio Mogi-Guaçu, denominadas terraços fluviais, bacias de decantação e faixa meândrica. Cada feição apresentava sub-feições, que foram caracterizadas de acordo com o

tipo de solos dominantes e a aptidão para cultivos anuais. PEREZ FILHO et al. (1980), estudaram a relação entre o solo e a geomorfologia de uma várzea do rio Mogi-Guaçu, identificando os níveis geomorfológicos: a) pedimento, b) terraços e c) aluviões recentes. Ligadas aos aspectos morfológicos identificaram as formas de relevo: d) bacia de decantação interior, e) bacia de decantação marginal e f) dique marginal. Quanto aos solos, identificaram 6 unidades de solos diferentes, entre gleis, orgânicos, aluvionais e cambissolos e latossolos.

Nos trabalhos mencionados é possível observar a existência de quatro feições geomorfológicas, relacionadas aos tipos de solos e regime de inundações, e, conseqüentemente, com as formações vegetais predominantes. As feições geomorfológicas consideradas são a encosta e o nível de pedimento, os terraços, as bacias de decantação e a faixa meândrica/diques marginais.

Segundo PEREZ FILHO et al (1980), o **nível do pedimento** é uma superfície suavemente inclinada em direção ao canal fluvial, terminando em ruptura. É verificado na bordadura da várzea, podendo com ela confundir-se a primeira vista. Predominantemente são constituídos por latossolos câmbicos ou cambissolos. Os **terraços** são morfológicamente definidos como patamares aplainados, de largura variada, limitados por uma escarpa em direção ao curso d'água e estão inseridos no leito maior do rio, podendo sofrer inundações excepcionais (PEREZ FILHO et al.,1980).

Os cambissolos são solos de várzea moderadamente a bem drenados, usualmente classificados como Neossolos Flúvicos ou solos aluviais, diferindo destes em função da presença de horizontes subsuperficiais que devem ser identificados como horizonte B incipiente, sendo desenvolvidos a partir de solos aluviais mais antigos em condições de drenagem boa drenagem até drenagem imperfeita (JACOMINE 2001).

As bacias de decantação são depressões onde o acúmulo de água se faz pelo regime de inundações do rio, afloramento do lençol freático e pelo escoamento das águas das encostas, estando situadas no leito maior do rio, limitadas pelos terraços, diques marginais ou faixas meândricas.

CHRISTOFOLETTI (1980) afirma que as bacias de inundação são as partes mais baixas das planícies, atuando como bacias de decantação nas quais os sedimentos finos em

suspensão carregados nas fases de transbordamento se depositam, depois que os detritos mais grosseiros se depositem nos diques e nos depósitos de recobrimento.

DONZELLI et al. (1978) identificaram duas bacias de decantação em uma mesma várzea do rio Mogi-Guaçu, denominadas bacia de decantação marginal do terraço inferior e bacia de decantação interior do terraço inferior. A primeira apresentava solos Glei Húmico e Glei Pouco Húmico, ambos álicos e mal drenados. Na segunda, observou-se solos Orgânicos e Glei Húmico, mal drenados e álicos.

Em estudo semelhante, PEREZ FILHO et al.(1980) também identificaram os dois tipos de bacias de decantação. A bacia de decantação marginal estaria localizada entre os diques marginais do rio e a escarpa de outro nível de terraço, sofrendo inundações anuais.

Os solos Glei Húmico são solos minerais hidromórficos com horizonte A turfoso ou A proeminente, seguidos de horizonte glei não simultâneo e desprovido de material sulfídrico ou horizonte sulfúrico (PRADO, 1997). Já os solos Glei Pouco Húmico são solos minerais hidromórficos que apresentam A moderado seguido de horizonte glei não simultâneo com o horizonte B Textural e desprovido de material sulfídrico ou horizonte sulfúrico. Os Solos Orgânicos, os quais são solos hidromórficos consistindo de material essencialmente orgânicos formados em decorrência de acumulações de resíduos vegetais depositados superficialmente em condições de excesso de água.

Os solos Orgânicos são caracterizados pela cor escura, com altos teores de matéria orgânica (mais de 20% do peso em solos arenosos e mais de 30% em solos argilosos) e por só se formarem em condições muito úmidas. O acúmulo de matéria orgânica na camada superficial pode levar a formação de turfas, variando de acordo com o grau de decomposição do material orgânico (COMISSÃO DE SOLOS, 1960).

São solos muito ácidos, mal ou muito mal drenados, com lençol freático elevado a poucos centímetros da superfície, chegando muitas vezes a atingi-la (BRASIL, 1982).

Segundo CURI et al. (1988), tanto a espessura da camada orgânica e seu estágio de decomposição, quanto a composição química e mineralógica do substrato podem variar bastante. Quando drenados, podem apresentar mudanças significativas e contínuas nas suas características e propriedades, como secagem irreversível, e endurecimento e rebaixamento do nível do terreno.

Os Solos Gleí Húmicos são solos minerais, hidromórficos, mal ou muito mal drenados, constituídos basicamente por um horizonte húmico, espesso e escuro, sobre um horizonte glei, acinzentado, podendo ou não apresentar mosqueamento (HENKLAIN, coord. 1994).

PEREZ FILHO et al (1980) citam a alta saturação por alumínio (solo álico) e argila de baixa atividade. DONZELLI et al. (1978) também verificaram o caráter álico desse solo em várzea do rio Mogi-Guaçu.

BRASIL (1983) e COMISSÃO DE SOLOS (1960) ressaltam a grande influência do lençol freático na formação e características destes solos. São originários das deposições orgânicas e de sedimentos aluviais argilo-siltosos. O excesso de umidade, portanto, é relacionado às más condições de drenagem, lençol freático subsuperficial ou superficial e enchentes anuais no período chuvoso.

No trabalho de JACOMINE (2001) são fornecidas características dos solos observados nas bacias de decantação, destacando os Organossolos e Gleissolos. Segundo o Autor, os Organossolos são os mais freqüentes sob as chamadas matas de brejo ou florestas paludosas. São essencialmente constituídos de matéria orgânica, proveniente de depósito de restos vegetais em grau variado de decomposição e acumulados em terrenos palustres, ou seja, permanentemente encharcados.

Já os Gleissolos compreendem solos hidromórficos mal a muito mal drenados, sendo que nas áreas onde o hidromorfismo for mais acentuado pode ocorrer um horizonte orgânico sobre o horizonte glei. A vegetação característica desses solos também é a floresta paludosa ou mata de brejo, ocorrendo árvores de maior porte se comparadas às de ocorrência sobre os Organossolos (JACOMINE 2001). Segundo o Autor, ambos os solos pertencem a ecossistemas muito delicados e frágeis, sendo suscetíveis à processos severos de degradação quando inseridos no processo produtivo.

Os **diques marginais** são saliências alongadas compostas de sedimentos, margeando os canais fluviais. A elevação máxima do dique está nas proximidades do canal, em cuja direção se formam margens altas e íngremes. Em direção externa, para as bacias de inundação, a declividade é suave (CHRISTOFOLLETTI, 1980).

PRADO (1997) indica a unidade solo Aluvial, como sendo solos predominantemente não hidromórficos, formados em depósitos fluviais ou lacustres recém estratificados, afirmando que se tratam de solos eutróficos na maioria dos casos analisados.

O autor cita ainda a Areia Quartzosa Hidromórfica, a qual é caracterizada como solos arenosos ao longo do perfil com sinais de hidromorfismo, geralmente distróficos ou álicos.

A faixa de aluvião recente, segundo PEREZ FILHO et al (1980), corresponde ao leito menor do rio, sendo de formação atual e apresentando como vegetação natural a mata galeria. Sofre inundações anuais e apresentam superfície com micro-relevo ondulado, devido aos canais de escoamento das águas após as cheias. Recebem deposições anuais de sedimentos transportados pelas cheias dos rios.

Os solos Aluvionais, segundo COMISSÃO DE SOLOS (1960) e HENKLAIN (1994), são solos minerais, pouco evoluídos, moderadamente a bem drenados, constituídos por um horizonte A diferenciado assentado sobre camadas estratificadas sem relação pedogenética entre si. CURI et al (1988) afirmou que são solos de características muito variáveis a pequenas distâncias, tanto da vertical quanto na horizontal.

Os solos Aluvionais podem apresentar características de boa fertilidade natural, conforme citado por COMISSÃO DE SOLOS (1960), ALMEIDA et al. (1983) e CURI et al. (1988). A constatação de solos Aluvionais eutróficos por DONZELLI et al. (1978) confirma a afirmação. Em BRASIL (1983), entretanto, indica-se a predominância de solos aluviais distróficos e álicos, seguidos por solos eutróficos e, raramente, solódicos. Tal fato confirma a variabilidade espacial de tais solos

AB´SABER (2001) afirma que o mecanismo de formação dos diques marginais é essencial para a compreensão de todo o processo de aluviação diferencial e de constituição dos diversos suportes ecológicos que, em mosaico, respondem pela gênese do espaço total de qualquer planície de inundação. Os diques marginais têm caráter de beira alta, porque recebem sedimentos mais grosseiros (areias e siltes), depositados por ocasião das cheias ocasionais, lançando as argilas mais finas para o largo espaço das várzeas. O autor destaca a importância da vegetação ciliar para o depósito das areias e siltes sobre os diques marginais. Assim, as várzeas (bacias de decantação) configuram-se em espaços aluviais muito mais largos do que

os diques, e recebem predominantemente águas carregadas de sedimentos finos em dissolução (AB´SABER 2001).

No trabalho de JACOMINE (2001) são fornecidas características dos solos observados em situações de diques marginais: Os Neossolos Flúvicos estão relacionados com as matas galerias menos úmidas, muitas delas estacionais (semidecíduas). Corresponde as áreas de terraços ou várzeas menos úmidas, não sujeitas aos encharcamentos, exceto por eventuais inundações. São solos pouco desenvolvidos, que apresentam horizonte A sobre camadas estratificadas sem relação entre si, sendo profundos, com drenagem moderada a imperfeita e textura muito variável, em função da natureza dos sedimentos fluviais depositados. Dessa forma, o autor os considera solos muito heterogêneos, seja em granulometria, estrutura, consistência e propriedades químicas (JACOMINE 2001).

Os Neossolos Quartzarênicos associados ao relevo de várzea, que na classificação antiga eram denominados de Areias Quatzosas Hidromórficas, são solos minerais hidromórficos, arenosos, essencialmente quartzosos, de textura areia ou areia franca. São encontrados sob a floresta paludosa, nas áreas onde o lençol freático aflora ou permanece próximo da superfície por longos períodos, desenvolvendo-se um horizonte superficial turfoso. São solos muito pobres, ácidos a fortemente ácidos e normalmente com alta saturação por alumínio e deficiência de macro e micro nutrientes (JACOMINE 2001). Segundo o autor, são solos altamente suscetíveis aos processos erosivos, fazendo parte de um ecossistema extremamente frágil, onde qualquer intervenção pode resultar em severa degradação ambiental.

Dessa forma, conclui-se que planície fluvial é composta por uma diversidade de formas, tipos de solos e grau de hidromorfismo, como conseqüência da proximidade dos recursos hídricos superficiais ou subterrâneos, determinando a ocorrência das diferentes formas de vegetação existentes, adaptadas às diferentes condições verificadas, sendo de fundamental importância o conhecimento destas características para a proposição de medidas de recuperação e manejo de vegetação sob tais circunstâncias.

3.3 IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO NA DINÂMICA HIDROLÓGICA

O desenvolvimento urbano modifica a cobertura vegetal provocando vários efeitos que alteram os componentes do ciclo hidrológico natural (TUCCI, 1998). Conforme descreve o autor, há uma redução na infiltração de água no solo e na evapotranspiração, ocorrendo elevação do percentual do total precipitado que se transforma em escoamento superficial. O quadro 1 apresenta um exemplo quantitativo para clima temperado.

Elementos do balanço	Pré-urbano (%)	Urbano (%)
Evapotranspiração	40	25
Escoamento superficial	10	43
Escoamento subterrâneo	50	32
Escoamento total	60	75

Quadro 1: Variação do balanço hídrico com a urbanização num clima temperado, em % da precipitação total (OECD, 1986).

TUCCI (2000b) apresenta uma tabela onde descreve as causas e efeitos da urbanização sobre as inundações urbanas, demonstradas no quadro 2.

CAUSAS	EFEITOS
Impermeabilização	Maiores picos e vazões
Redes de drenagem	Maiores picos a jusante
Lixo	Degradação da qualidade de água Entupimento de bueiros e galerias
Redes de esgotos deficientes	Degradação da qualidade de água Moléstias de veiculação hídrica Inundações: conseqüências mais sérias
Desmatamento e desenvolvimento indisciplinado	Maiores picos e volumes Mais erosão Assoreamento de canais e galerias
Ocupação de várzeas	Maiores prejuízos Maiores picos Maiores custos de utilidades públicas.

Quadro 2: Causas e efeitos da urbanização sobre as inundações urbanas (TUCCI, 2.000b).

Com a impermeabilização dos terrenos e implantação de dutos para a condução da água, há uma redução no tempo de concentração da bacia, o que somado a elevação das taxas de escoamento superficial resultam em vazões de pico consideravelmente superiores.

YOSHIMOTO e SUETSUGI (1990) apresentaram resultados do aumento da urbanização numa bacia na vizinhança de Tóquio para um período longo. Na figura 2 pode-se observar a variação do tempo de concentração, área impermeável e hidrograma ao longo dos anos de desenvolvimento da bacia.

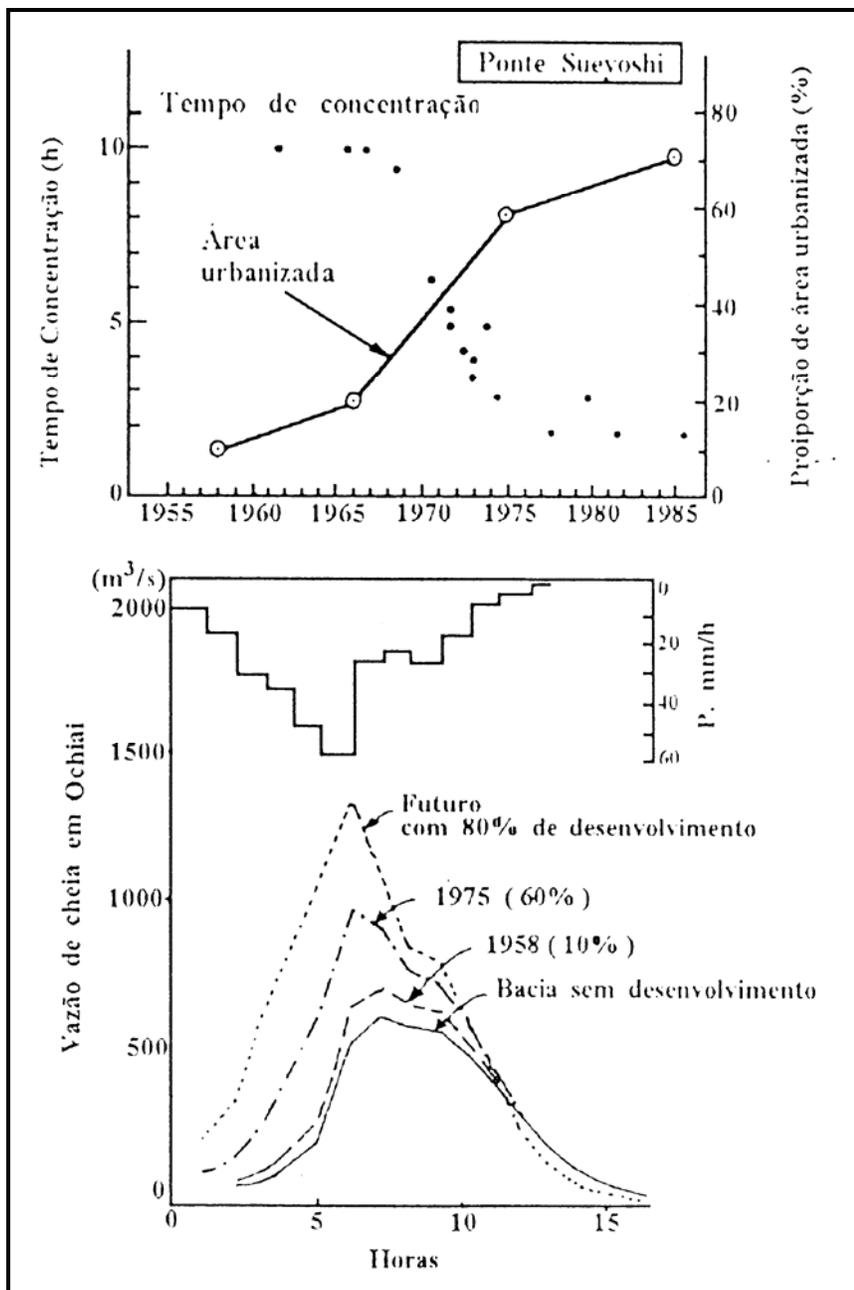


FIGURA 2: Resultados da evolução urbana na bacia Tsumuri (YOSHIMOTO e SUETSUGI 1990).

Deve-se considerar também as afirmações de alguns autores relativas às alterações climáticas induzidas pela urbanização, notadamente as que se referem às elevações de índice pluviométrico e ocorrência de precipitações convectivas. Por exemplo, UEHARA (1985), indica precipitações totais entre 5% a 10% superiores devido a urbanização. SILVEIRA

(1999) mostra que a parte central de Porto Alegre apresenta maior índice pluviométrico que sua periferia, atribuindo essa tendência à urbanização.

As conseqüências da urbanização que mais diretamente interferem com a drenagem urbana são as alterações do escoamento superficial direto, segundo TUCCI (2.000b). SPIRN (1995) afirma que as enchentes crescem em volume e destruição com o desenvolvimento urbano e que urbanização pode aumentar a taxa média anual de enchentes cerca de seis vezes, citando trabalho de LEOPOLD (1968).

TUCCI (2.000a) apresenta a figura 3, que relaciona o crescimento das vazões máximas de cheia, com a área urbanizada da bacia e área servida por obras de drenagem, concluindo que em casos extremos o pico de cheia numa bacia urbanizada pode chegar a ser seis vezes maior do que o pico desta mesma bacia em condições naturais.

Logicamente, a ocorrência de vazões seis vezes superiores nos canais de drenagem da bacia tem como conseqüência uma alteração profunda na dinâmica dos processos de inundação, erosivos e de assoreamento na planície fluvial contínua.

TUCCI (2000a) estudando diversas bacias hidrográficas em situações urbanas e peri-urbanas concluiu que na média para cada 10% da área da bacia impermeabilizada ocorre cerca de 100% de aumento no coeficiente de escoamento de cheia e no volume de escoamento superficial.

TUCCI (2001a), através de metodologia utilizando pequenas bacias onde o método racional é aplicável, chegou aos seguintes indicadores:

- Um habitante produz cerca de 49m^2 de área impermeável numa bacia;
- Apenas o arruamento produz aumento do volume e do coeficiente de escoamento de 260% e para cada 13% de ocupação com área impermeável no lote ocorre aumento de 115% no coeficiente de escoamento.

O autor considera que tais números são médios e dependem de toda a análise realizada no artigo, mas permitem analisar o impacto quantitativo das ações sobre a bacia hidrográfica na urbanização.

$$R = \frac{\text{Vazão depois da urbanização}}{\text{Vazão antes da urbanização}}$$

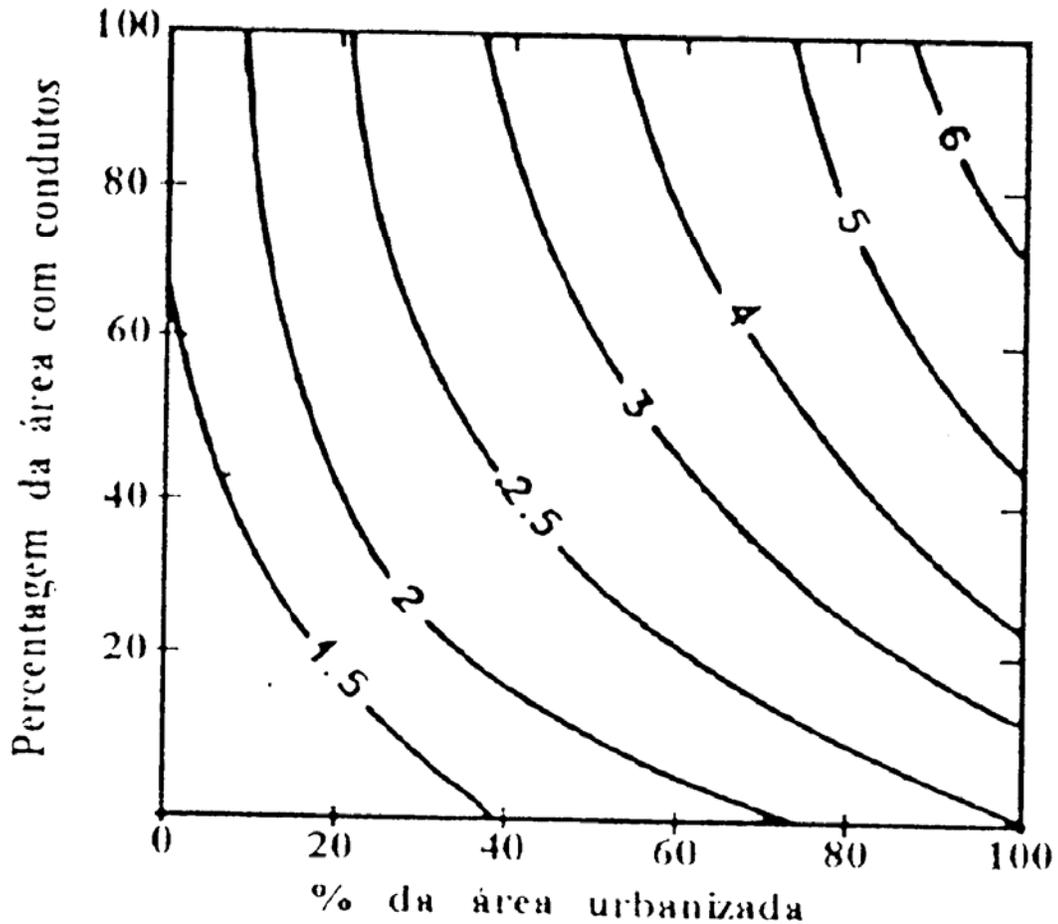


FIGURA 3: Efeito da urbanização sobre a vazão máxima (LEOPOLD (1968) e TUCCI (2000b)).

Conforme TUCCI (2002), para melhor entender a inundação de áreas ribeirinhas e da drenagem urbana é necessário caracterizar os sistemas nos quais estes eventos ocorrem. As inundações podem ocorrer como o seguinte:

Enchentes em áreas ribeirinhas: os rios geralmente possuem dois leitos, o leito menor onde a água escoar a maior parte do tempo e o leito maior, que é inundado em média a cada dois anos. O impacto devido a inundação ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio, ficando sujeita a inundação. Este tipo de inundação é um processo natural, os prejuízos

sobre a população ocorrem principalmente devido a ocupação dos vales de inundação em períodos secos ou de seqüência de anos secos.

Enchentes devido a urbanização: as enchentes aumentam sua frequência e magnitude devido a ocupação do solo com superfícies impermeáveis e rede de condutos de escoamento. O desenvolvimento urbano também pode produzir obstruções ao escoamento como aterros e pontes, drenagens inadequadas e obstruções ao escoamento ao escoamento junto a condutos e assoreamento. TUCCI (2002).

CAMPANA (1995) conclui que, duas são as alternativas viáveis para a caracterização das mudanças no comportamento do ciclo hidrológico, devido a urbanização: *(i) em termos de volume, isto é, na forma de um balanço hídrico através da quantificação dos diversos componentes do ciclo hidrológico (precipitação, evapotranspiração, percolação, escoamento direto, entre outros) e; (ii) analisando o hidrograma de escoamento superficial em termos da vazão pico e tempo de pico.*

Como conclusão, temos que a urbanização gera impactos na dinâmica hidrológica de uma bacia hidrográfica, dentre os quais podemos destacar, com relação aos aspectos quantitativos:

- ✓ Elevação da precipitação total;
- ✓ Redução da infiltração e evapotranspiração, aumentando a parcela da precipitação total que se converte em escoamento superficial direto;
- ✓ Redução no tempo de concentração;

Tais impactos acabam por gerar vazões de pico até seis vezes maiores do que nas condições naturais, alterando a dinâmica dos fundos de vale, no tocante à frequência e intensidade das inundações e nos processos erosivos e deposicionais (assoreamento).

3.4 MODELOS HIDROLÓGICOS

A hidrologia trata dos fenômenos naturais complexos encontrados no ciclo hidrológico. Os processos como a precipitação, evaporação, infiltração e o escoamento em rios dependem de um grande número de fatores, que dificultam a análise quantitativa e qualitativa dos mesmos.

O modelo é a representação de algum objeto ou sistema, numa linguagem de fácil acesso e uso, com o objetivo de entendê-lo e buscar suas respostas para diferentes entradas. (TUCCI, 1998).

A simulação é o processo de utilização do modelo. Na simulação existem, em geral, três fases que são classificadas como estimativa ou ajuste, verificação e previsão (TUCCI, 1998).

O FCTH desenvolveu um software destinado à simulação hidrológica, denominado 'Cabc' – Análise de Bacias Complexas (FCTH 1999). A Escola Politécnica da USP, o CTH e o DAEE desenvolveram o software ABC4, também para simulação hidrológica da bacia.

O modelo *Cabc* aplica-se a problemas de Drenagem Urbana e Rural, em especial aos que podem ser classificados como macro drenagem. Sua aplicação apresenta vantagens em relação aos casos em que o Método Racional apresenta restrições, ou seja, bacias com áreas de drenagem superiores a 100 ha. O modelo aplica-se também a grandes bacias urbanas (superiores a 50 Km²), uma vez que a diversidade de distribuição de chuva e ocupação do solo podem ser levadas em conta através da segmentação em sub-bacias (FCTH, 1999).

3.4.1 CHUVAS INTENSAS

A análise de chuvas intensas visa determinar a intensidade e altura da precipitação de projeto, para qualquer tempo de recorrência, a partir dos parâmetros da equação Intensidade - Duração- Frequência válida para a região.

A análise de chuvas intensas em um dado posto pluviométrico revela que a intensidade de um evento de precipitação varia inversamente com sua duração. A análise

probabilística das máximas intensidades pluviométricas discretizadas para diferentes durações conduz a determinação da relação intensidade - duração - frequência das chuvas intensas. As relações *IDF* são usualmente representadas por expressões matemáticas chamadas de *GERAL* e *LnLn*.

A precipitação máxima pontual pode ser caracterizada através das relações intensidade-duração e frequência. Essas relações são obtidas através de uma série de dados de chuvas suficientemente longas e representativas do local de interesse (TUCCI et al., 1995).

O trabalho mais significativo para diferentes regiões brasileiras na determinação das relações intensidade-duração-frequência foi apresentado por PFAFSTETTER (1957), para 98 postos pluviométricos espalhados pelo Brasil, conforme ZAHED FILHO E MARCELLINI (1995).

Por exemplo, OCCHIPINTI et al (1965), após fazerem uma exposição detalhada da metodologia empregada na determinação das relações intensidade - duração - frequência das chuvas de máxima intensidade propuseram relações para a cidade de São Paulo. MARTINEZ (1999) publicou trabalho apresentando equações de chuvas intensas para o Estado de São Paulo.

VIEIRA (1981) propôs uma equação de intensidade - duração - frequência para o Município de Campinas, para chuvas de duração de até duas horas, com base em dados obtidos no período entre 1944 a 1977, no posto pluviométrico do IAC, em Campinas.

GENOVEZ & ZUFFO (2.000) apresentaram uma revisão dos principais trabalhos publicados no Brasil onde são apresentadas equações de chuva para diversas regiões.

HERNANDEZ (1991) utilizou os mesmos parâmetros a_1 , b e c obtidos por CHEN (1983), e analisou os 98 postos do Brasil, constantes da publicação de PFAFSTETTER (1957). Com esta modificação, o método de Chen passou a ter maior valor prático, uma vez que locais com pouca disponibilidade de dados, os dados pluviométricos são, em geral, mais abundantes do que os pluviográficos (GENOVEZ & ZUFFO, 2.000).

3.4.2 MÉTODO DO SOIL CONSERVATION SERVICE

O método do SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS, 1957) foi desenvolvido pelo Engenheiro Victor Mockus, em 1952, com a finalidade de se obter um hidrograma unitário sintético, baseado num hidrograma adimensional. Este hidrograma adimensional é o resultado de uma análise de um grande número de hidrogramas unitários naturais de bacias das mais variadas localizações e extensões dos Estados Unidos. GENOVEZ (1991) cita que é aplicável nas bacias hidrográficas nas quais a vazão máxima é formada principalmente pelo escoamento superficial direto de precipitações (USBR (1977), WILKEN (1978), McCUEN (1982)).

GENOVEZ (1991) apresenta uma avaliação dos métodos de estimação das vazões de enchente para pequenas bacias rurais no Estado de São Paulo, onde descreve o método do Soil Conservation Service, citado por USBR (1977), SETZER e PORTO (1979) e McCUEN (1982). Tal método calcula a parcela da chuva que se transforma em escoamento superficial direto a partir das características do solo e da ocupação da bacia (FCTH, 1999). VICENTINI (2000) apresenta uma revisão do método do SCS, aplicando em um estudo de caso na bacia urbanizada do Ribeirão das Anhumas, em Campinas, SP, obtendo dados reais e avaliando os hidrogramas resultantes e simulados, concluindo pela necessidade de calibração e ajustes nos modelos para a representação mais precisa do deflúvio nesta bacia.

A premissa básica do método do Soil Conservation Service é que em situação onde não haja perda inicial dos volumes de água precipitados, considera-se solo saturado. Existe uma relação, demonstrada na equação [1] entre o armazenamento máximo, S_{\max} , em milímetros, a precipitação máxima acumulada, $P_{a\max}$, em milímetros,; a precipitação efetiva acumulada, P_{eac} , em milímetros; e a quantidade armazenada no instante ($P_{a\max} - P_{eac}$).

$$\frac{P_{a\max} - P_{eac}}{S_{\max}} = \frac{P_{eac}}{P_{a\max}} \quad [1]$$

Para o caso em que se considere uma abstração inicial, I_a , a equação será:

$$\frac{P_{a\max} - I_a - P_{eac}}{S_{\max}} = \frac{P_{eac}}{P_{a\max} - I_a} \quad [2]$$

Rearranjando a equação em função da precipitação efetiva acumulada, teremos:

$$P_{eac} = \frac{(P_{a\max} - I_a)^2}{P_{a\max} - I_a + S_{\max}} \quad [3]$$

O Soil Conservation Service relaciona as abstrações iniciais com o volume máximo armazenado através da relação empírica:

$$I_a = 0,2S_{\max} \quad [4]$$

O volume armazenado máximo está relacionado com o parâmetro CN, número da curva. Assim:

$$CN = \frac{1000}{10 + \frac{S_{\max}}{25,4}} \quad [5]$$

O método utiliza o fator CN chamado de "Número da Curva" e varia entre 0 e 100. Os valores de CN dependem de três fatores (FCTH 1999):

- a) umidade antecedente do solo;
- b) tipo de solo;
- c) ocupação do solo.

O método do SCS apresenta as condições de Umidade Antecedente do solo considerando ou não a estação do ano, conforme demonstram os quadros 3 e 4, apresentados em GENOVEZ (1991), distinguindo 3 condições de umidade de solo:

Quadro 3: Condições de Umidade Antecedente do solo não considerando a estação do ano (SCS, 1957)

Condição de Umidade Antecedente	Precipitação nos 5 dias antecedentes (mm)
I	Menor que 12
II	Entre 12 a 17
III	Maior que 17

Quadro 3: Condições de Umidade Antecedente do solo não considerando a estação do ano (SCS, 1957)

Condição de Umidade Antecedente	Precipitação nos 5 dias antecedentes (mm)	
	Estação seca	Estação umida
I	Menor que 12	Menor que 36
II	Entre 12 a 28	Entre 36 a 53
III	Maior que 28	Maior que 53

Quadro 4: Condições de Umidade Antecedente do solo considerando a estação do ano (SCS, 1957)

O SCS distingue em seu método 4 grupos hidrológicos de solos. A adaptação do trabalho daquela entidade para o Estado de São Paulo classificou tipos de solos como se segue. Embora adaptada para as condições do Estado de São Paulo, a classificação que se segue é bastante geral e pode ser aplicada a outras regiões do Brasil.

Grupo A - Solos arenosos com baixo teor de argila total inferior a 8%. Não há rocha nem camadas argilosas e nem mesmo densificadas até a profundidade de 1 m. O teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1%;

Grupo B - Solos arenosos menos profundos que os do grupo A e com maior teor de argila total, porém ainda inferior a 15%. No caso de terras roxas, este limite pode subir a 20%, graças a maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir respectivamente a 1.2 e 1.5%. Não pode haver pedras e nem camadas argilosas até 1m, mas é quase sempre presente camada mais densificada do que a camada superficial;

Grupo C - Solos barrentos com teor total de argila de 20 a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até a profundidade de 1.2m. No caso de terras roxas estes dois limites máximos podem ser 40% e 1m. Nota-se, a cerca de 60 cm de profundidade, camada mais densificada que no grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade;

Grupo D - Solos argilosos (30-40% de argila total) e ainda com camada densificada a uns 50 cm de profundidade ou solos arenosos como B mas com camada argilosa quase impermeável ou horizonte de seixos rolados;

A ocupação do solo é caracterizada pela sua cobertura vegetal e pelo tipo de defesa contra erosão eventualmente adotado. Os valores de CN podem ser obtidos através das curvas de Escoamento Superficial de Chuvas Intensas, conforme o tipo hidrológico do solo e sua cobertura vegetal.

A simplicidade e praticidade do método proposto pelo SCS tornou-o extremamente popular e difundido entre profissionais de todo o mundo. Por esse motivo é o método “default” do modelo *Cabc*.(FCTH,1999).

Os quadros 5 e 6 apresentam os valores de CN para os diferentes usos da terra e grupos hidrológicos do solo, considerando a condição de umidade antecedente II (média) e $A_i=0,2S$.

Uso do solo	Superfície	Tipo de Solo			
		A	B	C	D
Solo lavrado	Com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Plantações regulares	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	76	84	88
	Em fileiras retas	64	76	84	88
Plantações de cereais	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceado em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87
Plantações de legumes Ou cultivados	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	94
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas , em curvas de nível	6	35	70	79
Campos permanentes	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densas, de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras, estradas de Terra	Normais	56	75	86	91
	Más	72	82	87	89
	De superfície dura	74	84	90	92
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76

Quadro 5: Valores do parâmetro CN para bacias rurais (USBR (1977), McCUEN, (1982), TUCCI, (2000))

Utilização ou cobertura do solo	Tipo de Solo			
	A	B	C	D
Zonas cultivadas: sem conservação de solo	72	81	88	91
Com conservação de solo	62	71	78	81
Pastagens ou terrenos em más condições	68	79	86	89
Baldios em boas condições	39	61	74	80
Prado em boas condições	30	58	71	78
Bosques ou zonas com cobertura ruim	45	66	77	83
Florestais: cobertura boas	25	55	70	77
Espaços abertos, relvados parques, campos de golfe, cemitérios, boas condições				
Com relva em mais de 75% da área	39	61	74	80
Com relva de 50 a 75% da área	49	69	79	84
Zonas comerciais e de escritórios	89	92	94	95
Zonas industriais	81	88	91	93
Zonas residenciais				
Lotes de (m ²) % média impermeável				
≤ 500 65	77	85	90	92
1000 38	61	75	83	87
1300 30	57	72	81	86
2000 25	54	70	80	85
4000 20	51	68	79	84
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc.	98	98	98	98
Arruamentos e estradas				
Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98
Paralelepípedos	76	85	89	91
Terra	72	82	87	89

Quadro 6: Valores de CN para bacias urbanas e suburbanas, (USBR (1977), McCUEN, (1982), TUCCI, (2000)) (TUCCI, 2000).

As tabelas para a obtenção de CN referem-se sempre a condição de Umidade Antecedente II. Para condições de umidade antecedente I ou III, deve-se usar a correção apresentada no Quadro 7.

Valores Médios	Valores corrigidos AMC I	Valores corrigidos AMC III
100	100	100
95	87	98
90	78	96
85	70	94
80	63	91
75	57	88
70	51	85
65	45	82
60	40	78
55	35	74
50	31	70
45	26	65
40	22	60
35	18	55
30	15	50
25	12	43
20	9	37
15	6	30
10	4	22
5	2	13

Quadro 7: – Correção de CN para outras condições iniciais de umidade, (USBR (1977), McCUEN, (1982), TUCCI, (2000)) (TUCCI, 2000)

3.5 BACIAS DE DETENÇÃO

A função desempenhada pelas planícies fluviais naturais no amortecimento de ondas de cheia em áreas urbanizadas carece de estudos que permitam avaliar seu melhor aproveitamento no controle de inundações, de erosão e assoreamento nas bacias hidrográficas, tendo em vista a necessidade da proposição de formas de uso sustentáveis para tais áreas e que possam consolidar-se em tais situações.

Embora diversos municípios tenham integrado em suas leis de zoneamento e de uso do solo dispositivos restringindo a ocupação das planícies fluviais, pouco tem sido feito no sentido de dimensionar a capacidade destas planícies no amortecimento dos picos de vazão.

Em várias situações, a capacidade de armazenamento de uma planície de inundação é anulada pela execução de retificações e canalizações dos cursos d'água. Assim, mesmo que tais áreas tenham uso compatível com as inundações temporárias, tais como parques públicos, áreas verdes, etc., pouco estarão contribuindo para o controle de cheias em outros pontos da bacia.

No desenvolvimento do planejamento da ocupação físico-territorial de uma região, o estudo hidrológico da bacia poderá indicar os critérios necessários para a orientação desta ocupação, vinculando sua ocorrência com a execução das medidas de controle previstas.

A falha de não incorporar a drenagem urbana na fase inicial do desenvolvimento urbano em geral resulta em projetos muito dispendiosos ou mesmo na sua inviabilidade técnica e econômica em estágios mais avançados (BRAGA, 1994).

Durante muito tempo o objetivo principal da drenagem urbana foi remover as águas pluviais em excesso da forma mais eficiente possível para evitar transtornos, prejuízos e riscos de inundações. A partir de tal enfoque as ações concentraram-se na execução de projetos e obras e na análise econômica de custo-benefício dessas medidas, ditas estruturais (PORTO, 1998).

Dentro deste raciocínio, as planícies fluviais deixavam de ser consideradas, cedendo-se suas áreas para a ocupação urbana e implantação da infra-estrutura, em especial avenidas de fundos de vale.

Segundo Sheaffer et al (1982), citado em CANHOLI (1995), planejar ou gerenciar sistemas de drenagem urbana envolve tipicamente administrar um problema de alocação de espaço.

Conforme descreve CANHOLI (1995) as medidas de controle que visam minimizar os danos das inundações são classificadas em medidas estruturais e não-estruturais.

Medidas estruturais: obras que podem ser implantadas visando a correção/prevenção dos problemas decorrentes das inundações.

Medidas não-estruturais: Normas, regulamentos e programas que visem a correção / prevenção dos problemas decorrentes das inundações.

CANHOLI (1995) conceitua ainda que soluções estruturais não convencionais podem ser entendidas como obras, dispositivos ou ainda conceitos diferenciados de projeto cuja utilização não se encontra disseminada no Brasil.

Conforme o autor, embora na bibliografia disponível encontrem-se muitos exemplos da aplicação da conceituação geral acima descrita, no Brasil, a aplicação destes conceitos ou mesmo a verificação de sua aplicabilidade ainda é muito incipiente.

Segundo o autor, os tipos mais freqüentes referem-se as soluções que envolvem:

- Retenção e/ou detenção dos escoamentos (na fonte a jusante);
- Retardamentos nas calhas dos córregos e rios;
- Derivação de escoamentos;
- Endicamentos em conjunto com sistemas de bombeamento;

No caso da retenção e/ou detenção dos escoamentos na fonte a jusante, enquadram-se medidas que poderiam ser adotadas em cada edificação ou conjunto, tais como condomínios, visando retardar o escoamento e possibilitar maiores índices de infiltração, o que certamente teria como conseqüências benéficas para o equilíbrio da dinâmica hidrológica.

Entretanto, no presente trabalho propõe-se a análise de medidas a serem adotadas em nível de bacia hidrográfica, tais como retardamento nas calhas dos córregos e rios e derivação de escoamentos, e no presente caso, uma solução integrada destas duas propostas, visando o armazenamento temporário da água nas próprias planícies de inundação naturais.

A locação estratégica de seções de controle ao longo destas planícies poderia recuperar a capacidade de armazenamento de água, fazendo com que as planícies pudessem resgatar seu papel no amortecimento de ondas de cheias e conseqüentemente, reduzindo os picos de vazão e o impacto das inundações deles decorrentes. Tal sistema poderia ser considerado uma medida estrutural não-convencional.

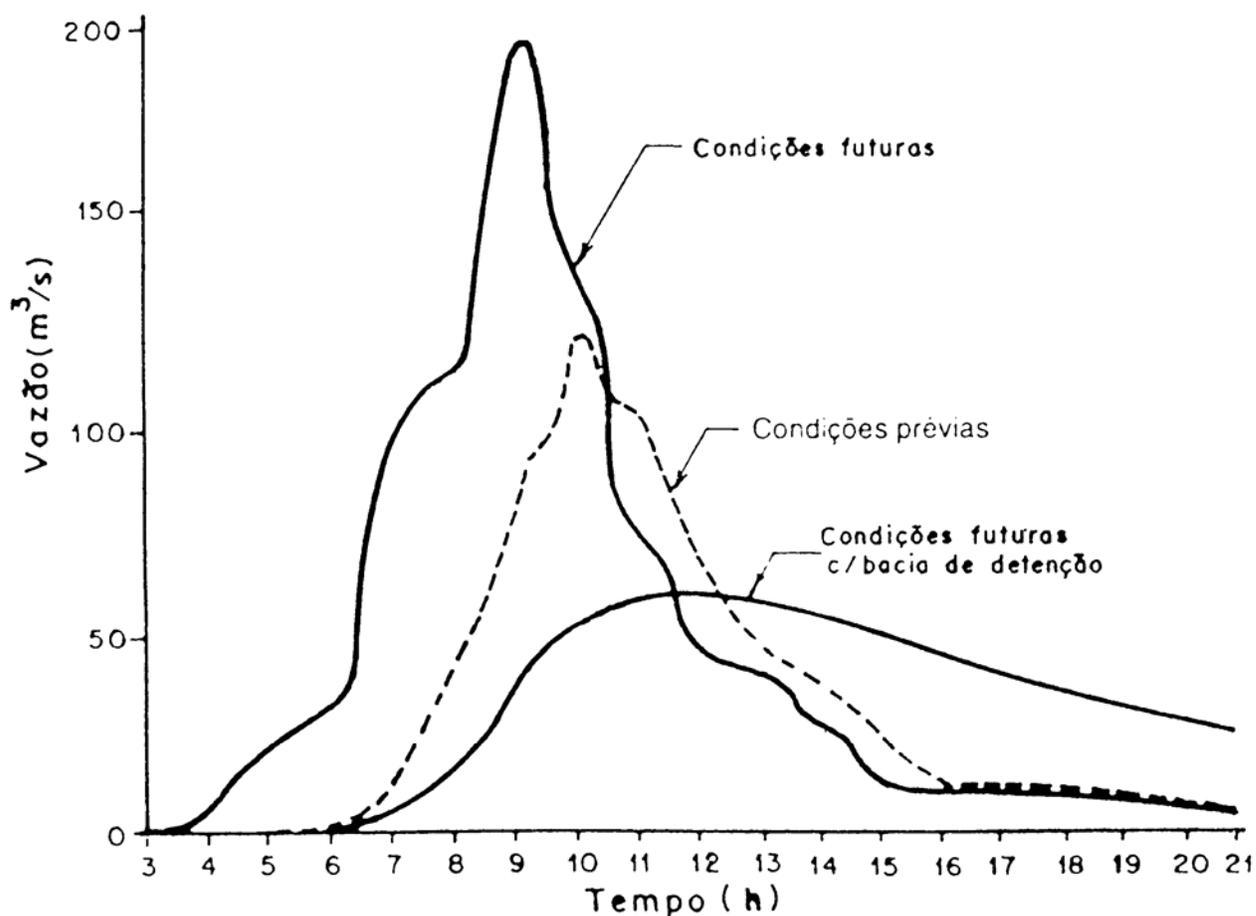


Figura 4: Hidrogramas típicos de bacias de detenção (TUCCI 2.000a).

As bacias de detenção são reservatórios de armazenamento de curtos períodos, que reduzem as vazões de pico dos hidrogramas de cheias (figura 4), aumentando seu tempo de base, tendo o potencial de produzir os seguintes benefícios: reduzir problemas de inundações localizadas; reduzir custos de sistemas de galerias de drenagem, melhorar a qualidade da

água; minorar os problemas de erosão nos pequenos tributários; aumentar o tempo de resposta do escoamento superficial; melhorar as condições de reuso da água e recarga do aquífero; reduzir as vazões máximas de inundações a jusante (TUCCI, 2.000a).

CANHOLI (1995) analisou diversas soluções estruturais não convencionais em drenagem urbana, apresentando dois estudos de caso elaborados em obras realizadas no Município de São Paulo.

Diversos autores citados em CANHOLI (1995), tais como Walesh (1989), Urbonas (1991), Lazaro (1990) e Asce (1989), procuram diferenciar as obras de reservação entre bacias de detenção e retenção.

As bacias de detenção são obras destinadas a armazenar os escoamentos de drenagem, normalmente secas durante as estiagens, mas projetadas para reter as águas superficiais apenas durante e após as chuvas.

As **bacias de retenção** são reservatórios de superfície que sempre contém um volume substancial de água permanente para servir as finalidades recreacionais, paisagísticas ou abastecimento.

As **bacias de sedimentação** são reservatórios que possuem a função principal da retenção de sólidos em suspensão, detritos e absorver poluentes que são carregados pelos escoamentos superficiais (CANHOLI, 1995).

3.6 A COBERTURA VEGETAL: CENÁRIO ORIGINAL E SITUAÇÃO ATUAL

O levantamento do cenário primitivo e da situação atual da cobertura vegetal no território abrangido por este estudo torna-se importante para embasar as duas linhas de análise propostas: Do ponto de vista hidrológico, o conhecimento das características da cobertura vegetal permitirá a simulação hidrológica da bacia em seu cenário primitivo, permitindo a comparação e análise dos impactos da alteração do uso do solo e urbanização. Do ponto de vista da restauração ecológica, o conhecimento das características da vegetação primitiva irá possibilitar a proposição de modelos de revegetação, grupos ecológicos de espécies e sua adequação aos ambientes existentes.

A Mata Atlântica é um conjunto de ecossistemas que abrangia uma área de 1,36 milhão de km², o que equivalia a cerca de 15% do território brasileiro. Hoje, seus remanescentes florestais estão reduzidos a menos de 100 mil km², o que corresponde a 1% do Brasil. De uma área original superior a 1,3 milhão de km² distribuída ao longo de 17 estados brasileiros, restam hoje apenas 7,3% desse total (SOS Mata Atlântica, 1998).

SANTIN (1999) levantou diversos estudos relativos à caracterização da vegetação original que recobria Campinas, destacando os relatos do naturalista Saint-Hilaire, que percorreu a região em 1818. Posteriormente, CHRISTOFOLETTI & FEDERICI, (1972) apresentaram uma estimativa da vegetação, indicando a ocorrência de florestas estacionais ao leste do município e cerrados na região central e oeste. Estas florestas densas foram as responsáveis pela denominação original de um dos municípios de estudo, que nos primórdios da colonização era conhecido como "Campinas do Mato Grosso". Os cerrados ocorriam em algumas porções desta região, em solos arenosos, mais pobres e saturados em alumínio (CHRISTOFOLETTI & FEDERICI, 1972). Os campos, constituídos por gramíneas e algumas árvores e arbustos esparsos, eram encontrados em pequenas áreas descontínuas.

SANTIN (1999) descreve que as florestas altas caracterizadas como Florestas Estacionais Semidecíduais (FES) formavam um contínuo na região leste, onde as diferentes condições de solos em função de geologia e relevo determinavam variações tanto na estrutura como na composição florística dessa vegetação. Esse contínuo estendia-se para região noroeste abrangendo grande parte do Distrito de Barão Geraldo, onde era interrompida pelo

cerrado. O cerrado, que recobria faixas onde atualmente se encontra o bairro Guar e adjacências, o Laboratório Nacional de Luz Sincrotron, o sítio San Martinho de onde se estendia até a parte norte da UNICAMP, que deveria ser o ecótono entre as FES e o cerrado.

A Florestas Estacionais Semidecíduais (FES) são também definidas como floresta semidecídua de planalto, floresta latifoliada semicaducifolia, floresta tropical subcaducifolia e florestas mesófila semidecíduais e florestas ou matas de planalto (LEITÃO FILHO, 1982 e 1987), conforme descreve SANTIN (1999).

Dessa forma, a vegetao predominante na região Norte de Campinas  tecnicamente denominada Floresta Mesófila Semidecídua. Tal vegetao  originária de regiões caracterizadas por um regime climático que apresenta uma estao do ano mais quente e úmida e outra mais fria e seca. No inverno, as árvores perdem total ou parcialmente suas folhas, o que caracteriza o termo semidecídua. O termo mesófila, que se refere a plantas que crescem em ambientes com condioes estáveis de umidade e temperatura,  considerado pouco apropriado por LEITÃO FILHO (1995), razão pela qual tal vegetao pode ser definida como Floresta Semidecídua.

A abrangência dessas condioes climáticas  verificada em uma ampla região do Sudeste do Brasil (São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), e ainda no norte da Argentina e no Paraguai.

A ocorrência da Floresta Semidecídua está relacionada também com solos razoavelmente férteis e bem drenados. Em solos pobres, ácidos ou com problemas de toxidez, sob o mesmo regime climático, ocorrem os cerrados ou campos naturais. Nas áreas com problemas de drenagem, localizadas nos fundos de vales, associadas a rede hídrica, ocorre a Floresta Semidecídua Ciliar, que apresenta algumas similaridades com as matas de terra firme, mas também apresentando espécies diferenciadas e até específicas (LEITÃO FILHO, 1995).

As florestas mesófilas semidecíduas, vegetao tipicamente mesomórfica, mais adensada, de porte médio a alto, com árvores de troncos eretos, com sobreposio de copas, algumas emergentes, ocorrem em locais com solos melhores e dependendo das características de meio físico onde se encontram, isso , da proximidade ou associao  nascentes, cursos d'água, da superficialidade do lençol freático, ou da condio de encharcamento do solo, temporário ou permanente, apresentam composio florística

distinta e podem ser classificadas em florestas mesófilas semidecíduas, florestas mesófilas semidecíduas ciliares (ou simplesmente matas ciliares), ou florestas mesófilas semidecíduas higrófitas (ou simplesmente matas brejosas) (CAMPINAS, 1996)

Caracterizam-se por apresentar uma vegetação claramente sazonal, com um período de perda de folhas que em geral ocorre na época mais seca e mais fria (abril - agosto), e por um período de reposição que ocorre na época chuvosa e quente (setembro - março). A composição florística do estrato arbóreo é marcada pela presença das famílias Fabaceae, Meliaceae, Rutaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae e Myrtaceae que apresentam maior diversidade de espécies, e pelas famílias Rubiaceae, Myrtaceae, Euphorbiaceae e Rutaceae nos estratos inferiores (LEITÃO FILHO, 1987).

Os cerrados, vegetação tipicamente xeromórfica, esparsa, de porte baixo, com árvores de troncos tortuosos, ocorrem em locais de solos mais pobres e com baixa disponibilidade de água.

A fisionomia que caracteriza os cerrados, varia de uma paisagem campestre, representada pelos campos limpos até uma paisagem com aspecto florestal, representada pelos cerradões, intermediado pelos campos sujos, campos cerrados e cerrados (COUTINHO, 1978). As famílias mais ricas em número de espécies nessa formação são Myrtaceae, Melastomataceae, Caesalpiniaceae, Fabaceae e Rubiaceae (LEITÃO FILHO, 1992).

Na área de estudo, devido a ausência de um fragmento que seja representativo da vegetação, não é possível definir em qual daquelas categorias os fragmentos se enquadram, por essa razão, optou-se por caracterizá-los apenas por cerrados. Representam a formação florestal mais devastada e praticamente extinta, não só em Barão Geraldo como no Município de Campinas. A supressão dessa vegetação foi tão drástica que atualmente ela corresponde a 0,09% de cobertura da área em estudo, ou seja, o equivalente a 2,68 hectares de cerrado testemunham hoje a vegetação que um dia existiu entremeando as florestas mesófilas semidecíduas. Está representada por apenas dois fragmentos em condições muito precárias de conservação (CAMPINAS, 1996).

No caso da Floresta Estacional Semidecídua, apesar dessa relativa conservação de algumas regiões da área de estudo, não são encontradas matas totalmente virgens (naturais

e primitivas ainda intocadas, íntegras). Mesmo as manchas mais preservadas apresentam sinais de interferência antrópica, consequência da dinâmica agropecuária que se instalou através de um longo processo de ocupação humana (MATTOS, 1996).

A situação desse tipo florestal em termos quantitativos é comparativamente melhor do que a dos cerrados. Atualmente representa 6,33% da área em estudo (somando-se as capoeiras), ou seja, o equivalente a 184,9 hectares de vegetação remanescente de florestas mesófilas semidecíduas (CAMPINAS, 1996).

SANTIN (1999) apresentou dados que revelam a gravidade da situação no Município de Campinas, onde apenas 2,55% da área são revestidos por formações vegetais naturais, encontrando-se extremamente fragmentada e, via de regra, bastante impactada. Foram mapeados 197 fragmentos, sendo 112 com áreas inferiores a 5ha, e apenas 2 com áreas superiores a 200ha. O diagnóstico mostra que apenas 25,04% da vegetação remanescente apresentam bom estado de conservação, encontrando-se 66,12% nos piores estados de conservação, visivelmente impactados e nos mais variados graus de degradação.

O levantamento florístico elaborado por SANTIN (1999) identificou 478 registros de espécies encontradas no Município de Campinas, sendo 431 verificadas em campo pela autora e 47 extraídas de estudos anteriores. Um fato interessante aponta que 117 espécies foram citadas pela primeira vez no Município de Campinas, grande parte de espécies de cerrado, devido a falta de estudos e coletas e ausência de qualquer trabalho de catalogação ou lista de espécies ocorrentes nessa formação para o município.

SANTOS (1998) realizou estudo florístico e fitossociológico na Mata Ribeirão Cachoeira, um dos maiores e mais bem conservados fragmentos de vegetação no Município de Campinas.

As matas mesófilas semidecíduas possuem espécies típicas em sua composição florística, espécies de distribuição ampla e também espécies da floresta atlântica (MATTHES *et al.*, 1988). Sua diversidade é inferior à da floresta atlântica (LEITÃO FILHO, 1982), mas estudos florísticos e fitossociológicos de remanescentes florestais, na região de estudo, indicam elevada diversidade florística, com índice de Shannon & Weaver (H') entre 3,50 e 4,29, relativamente altos quando comparados a outras matas mesófilas do Estado de São Paulo (MATTHES, 1980; CAVASSAN *et al.*, 1984; MATTHES *et al.*, 1988). Vários estudos de

matas mesófilas semidecíduas da região apontam para a existência de três estratos, florística e fitossociologicamente distintos, além de elementos emergentes. No primeiro estrato e emergentes prevalecem as famílias Fabaceae, Apocynaceae, Anacardiaceae e algumas Rutaceae, Lauraceae, Euphorbiaceae; o segundo estrato é rico em Meliaceae, Myrtaceae, Rutaceae, Euphorbiaceae e Lauraceae (LEITÃO FILHO, 1982).

MARTINS (1991) define que, no tocante ao aspecto florístico, busca-se determinar quais espécies vegetais ocorrem na área, obtendo-se um inventário. No aspecto fitossociológico, busca-se determinar os padrões em que essas espécies ocorrem, denominados parâmetros fitossociológicos, em termos de *densidade*, *frequência*, *dominância* e *importância*

A **densidade** é definida como a relação do número de indivíduos, de uma determinada espécie ou da soma total de todas as espécies, por unidade de área. Densidade relativa é a proporção do número de indivíduos de uma espécie em relação ao número total de indivíduos amostrados, em porcentagem. A abundância é uma estimativa visual da densidade, na qual as espécies estão agrupadas em classes de abundância: abundante, comum, frequente, ocasional e rara.

A **frequência** absoluta é a porcentagem de unidades de amostragem com ocorrência da espécie em relação ao número total de unidades de amostragem. As unidades de amostragem são, por exemplo, as parcelas utilizadas no levantamento fitossociológico, no caso do método utilizado ser o de parcelas. A frequência relativa é a proporção da frequência absoluta de uma espécie em relação a soma das frequências absolutas de todas as espécies.

A **dominância** pode ser expressa tanto pela área basal da seção transversal do tronco, como da área da cobertura da copa (ou do seu diâmetro ou raio), ou ainda pelo número de indivíduos amostrados. A dominância assim obtida é chamada dominância por área ou absoluta, e é dada por unidade de área. Quando se exprime a dominância por área de uma espécie como porcentagem da soma de todas as espécies, tem-se a dominância relativa.

A **importância** é representada pela soma dos valores relativos de densidade, frequência e dominância. Em geral, as espécies que apresentam altos valores não-relativos são as que têm maior importância na comunidade (MARTINS, 1993).

A interpretação dos parâmetros fitossociológicos pode ser bastante valiosa no auxílio aos planos de conservação da biodiversidade.

3.6.1 MATAS CILIARES

As matas ciliares, segundo SALVADOR (1989b), são constituídas pelas formações vegetais higrófilas localizadas ao longo dos cursos d'água, em locais de solos úmidos ou até mesmo encharcados, sujeitos a inundações temporárias, desempenhando importantes funções ecológicas e hidrológicas em uma bacia hidrográfica.

O estudo das características naturais das matas ciliares, enfocando principalmente seus aspectos florísticos e fitossociológicos, há pouco vem sendo efetuados no Brasil, podendo-se citar os trabalhos pioneiros de CAMARGO et al. (1971), GIBBS & LEITÃO FILHO (1978), BERTONI et al (1988), KAGEYAMA et al. (1986) e CATHARINO (1989).

Embora o termo "mata ciliar" seja o mais amplamente utilizado, diversas outras denominações são empregadas, associadas à algum aspecto fisionômico da vegetação, microclimático ou até mesmo regional. Assim, mata-galeria, mata marginal, mata de condensação, mata ripária, mata ribeirinha, mata de fecho ou mata justafluvial são termos utilizados para denominar este tipo de vegetação (DURIGAN, 1994).

Conforme sugere RODRIGUES (2001), em ampla discussão nomenclatural das formações ciliares, o termo técnico adequado para a vegetação ciliar em nossa região seria floresta estacional semidecidual ribeirinha com influência fluvial permanente (florestas paludosas) ou sazonal (matas ciliares típicas ou aluviais).

A heterogeneidade é marcante na composição e estrutura da vegetação ciliar. RODRIGUES et al (2001b), analisou 43 levantamentos florísticos e fitossociológicos realizados no Estado de São Paulo, identificando 947 espécies amostradas, sendo que 36,96% destas foram amostradas em apenas uma das áreas, e 56,07% em uma ou duas áreas. Apenas uma espécie (*Cecropia pachystachia*) foi amostrada em 28 das 43 áreas estudadas, sendo que nenhuma espécie foi amostrada em todas as áreas.

Vários autores destacam a importância das matas ciliares. Tais matas têm um papel estratégico na conservação da biodiversidade, na preservação da qualidade da água e para a formação de corredores interligando os remanescentes de matas existentes (MACEDO,1993b). É considerada imprescindível para a conservação dos recursos hídricos de bacias hidrográficas (SALVADOR,1989b). A valorização da paisagem e a possibilidade da realização de inúmeros projetos de lazer e educação ambiental nas áreas vegetadas de beira de cursos d'água são

também considerados benefícios importantes (LEITÃO FILHO et al.,1994). As matas ciliares têm o poder da tamponagem e filtragem de nutrientes e sedimentos oriundos de áreas agrícolas adjacentes, evitando que os mesmos sejam carregados para o curso d'água, contaminando-o (LEITÃO FILHO et al., 1994).A perenização de nascentes também é citada na literatura como benefício das matas ciliares (CRESTANA, 1993).

Sob o ponto de vista da conservação da biodiversidade, também são encontradas diversas referências da importância das matas ciliares. LEITÃO FILHO et al. (1994) consideram-na uma valiosa área de preservação de recursos naturais vegetais. Localizadas nas planícies de inundação, apresentam a característica de ecótonos, ou seja, zonas de transição entre duas biocenoses. O fenômeno da grande riqueza biológica dos ecótonos é resultante da capacidade que tais áreas têm em acolher indivíduos das duas biocenoses adjacentes, conforme colocado por SALIS (1990).

Assim, as de faixas de vegetação ao longo dos cursos d'água podem abrigar espécies de diferentes fisionomias vegetais, estando as espécies mais tolerantes à umidade na proximidade do curso d'água e as espécies características de solos bem drenados na extremidade oposta dessa faixa, compondo um mosaico bastante rico em termos de diversidade.

LIMA & ZAKIA (2001) apresenta uma abordagem relativa à hidrologia das matas ciliares, indicando que a destruição da mata ciliar pode, a médio e longo prazos, pela degradação da zona ripária, diminuir a capacidade de armazenamento da microbacia, e consequentemente a vazão na estação seca.

MACEDO (1993) destaca a importância da preservação ou recuperação das matas ciliares com o objetivo de formar corredores de vegetação nativa interligando remanescentes maiores em uma bacia hidrográfica. A tipologia das matas ciliares permite a formação de longas faixas de vegetação sempre-verde, contínuas, criando condições favoráveis para a sobrevivência e manutenção do fluxo gênico entre populações de espécies animais que habitam a faixa ciliar ou mesmo fragmentos florestais maiores por ela conectados (DURIGAN, 1994). Além disso, o desenvolvimento e sustento de organismos aquáticos e da fauna silvestre ribeirinha e a estabilização térmica de pequenos cursos d'água dependem fundamentalmente das matas ciliares.

Segundo MARINHO FILHO (2001), a maior parte dos endemismos de mamíferos, 85% dos mamíferos não voadores e a totalidade dos morcegos mantém alguma associação com tais matas. SILVA et al (2001) apresentaram estudo relativo á avifauna da mata ciliar, buscando estabelecer o estado atual do conhecimento na área. BARRELLA et.al (2001) desenvolveram estudos visando estabelecer relações entre a mata ciliar, os rios e os peixes. MARINHO FILHO et. al (2001) estudaram os mamíferos das matas ciliares nos cerrados do Brasil Central. BROWN JR. (2001) analisou os insetos como indicadores da história, composição, diversidade e integridade das matas ciliares. Tais trabalhos foram agrupados em excelente publicação sobre as matas ciliares, organizada por RODRIGUES et al (2001).

Apesar dos inegáveis benefícios que representam para todo o ecossistema, as matas ciliares do Estado de São Paulo encontram-se, em sua maior parte, extremamente degradadas, devido principalmente às ações antrópicas indiscriminadas (SALVADOR, 1989b). A retirada seletiva de madeiras nobres para construções e móveis, a retirada de lenha com fins energéticos, as queimadas e a ocupação agrícola foram etapas seqüenciais que se desenvolveram por todo o estado, e são considerados fatores que muito contribuíram com a destruição dessas matas (DURIGAN, 1994).

RODRIGUES (1992), em estudos sobre a vegetação às margens do rio Passa Cinco, em Ipeúna, SP, considerou as características edáficas do sítio como importantes para a compreensão do gradiente vegetacional presente na área de estudo. Ressaltou ainda que essas características edáficas, bem como a própria composição florística, podem ser resultados das condições topográficas e hidrológicas, que as definiriam.

A ocorrência de espécies predominantes em ambientes como o dique marginal, interior da mata e borda da mata, foi verificada por SCHIAVINI (1992), em estudo sobre a estrutura de mata galeria em Uberlândia, MG. Algumas espécies, entretanto, predominavam em dois ou até nos três ambientes estudados.

Em estudo sobre a mata ciliar do rio Jacaré-Pepira, em Brotas, SP, SALIS (1990) afirmou apresentar composição florística mista, com espécies típicas de locais mais úmidos e sujeitos a inundações ocorrendo nas margens e áreas com menor elevação, e as espécies comumente encontradas na mata mesófila semidecídua nos locais mais altos, confirmando LEITÃO FILHO (1982).

A diversidade de espécies vegetais características de matas ciliares é inferior à verificada em matas de terra firme, como as formações do planalto (florestas mesófilas semidecíduas) e da mata pluvial atlântica (LEITÃO FILHO, 1982).

O número de indivíduos por unidade de área, por outro lado, é bastante elevado, sendo que as florestas higrófilas apresentam grande densidade (MORELLATO et al, 1995).

As Florestas mesófilas semidecíduas ciliares ocorrem a beira de cursos d'água ficando sujeitas às flutuações do nível d'água. As espécies de mata ciliar normalmente são adaptadas a uma condição de inundação temporária determinada pelas cheias dos rios. Este tipo de floresta é praticamente inexistente no Distrito. Em alguns pontos a beira de ribeirões (das Pedras, Anhumas) e do Rio Atibaia, são encontradas apenas algumas pequenas capoeiras. Apesar disso, essas capoeiras são importantes como ponto de pouso para a avifauna local e eventualmente refúgio para pequenos animais, além disso, servirão num futuro trabalho de reflorestamento, como fragmentos testemunha no corredor de vegetação (CAMPINAS, 1996).

O reflorestamento das margens dos cursos d'água é considerado de extrema importância devido a todos os benefícios oferecidos por este tipo de vegetação: moderadores de temperatura através da interceptação e absorção da radiação solar e transpiração das folhas; estabilização de ribanceiras; auxílio na infiltração das águas das chuvas, diminuindo a erosão laminar; proteção das margens dos cursos d'água diminuindo o desbarrancamento e o assoreamento dos cursos d'água; tamponamento e filtragem, participando do ciclo de nutrientes, evitando o carreamento de sedimentos para o sistema aquático; proteção, abrigo e alimento a fauna local e por representarem uma valiosa área de preservação e conservação de recursos naturais e vegetais (RODRIGUES et al., 1992). Em função da extensão que deverá ser ocupada por esta vegetação é importante que se contemple na transformação destes espaços, aspectos de recuperação ambiental, preservação e lazer associados, razão pela qual sugere-se a criação de parques lineares ao longo desses corpos d'água, conforme o programa de parques lineares (CAMPINAS, 1996).

3.7. MODELOS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Inicialmente é necessário rever os conceitos e nomenclaturas empregadas na recuperação de áreas degradadas. RODRIGUES et al (2001a) apresenta uma revisão relativa ao assunto, recomendando a adoção da nomenclatura proposta por ARONSON et al (1995), justificando pela clareza dos conceitos envolvidos e pelo fato de estar sendo adotada pela maioria das publicações de síntese dessa disciplina científica (CAIRNS, 1995, FALK et al 1996).

ARONSON et al (1995) introduz dois novos conceitos importantes: o primeiro define que a recuperação de uma dada área, depende da trajetória percorrida durante a degradação e de quais foram as conseqüências deste processo no ecossistema em questão. O segundo enfoca que, embora se possa definir um objetivo pretendido com a recuperação, este também só poderá ser alcançado através de uma dada trajetória que se desenvolverá na recuperação da área degradada (RODRIGUES & GANDOLFI, 2001c)

Os termos sugeridos para a denominação do conjunto de ações estratégias definidas de acordo com os objetivos pretendidos para recuperação são: *restauração “sensu stricto”*, *restauração “sensu lato”*, *reabilitação* e *redefinição*. Cada um desses termos corresponderia a diferentes objetivos que poderiam ser atingidos numa dada recuperação, sendo que a definição e cumprimento desses objetivos dependeriam das condições de degradação em que se encontra a área e do grau de intervenção que será necessário aplicar para a obtenção dos resultados desejados.

A *restauração “sensu stricto”* significaria um retorno completo do ecossistema degradado às condições ambientais originais ou pré existentes, englobando os aspetos bióticos, como a composição florística e faunística, os parâmetros comunitários (riqueza, diversidade, equabilidade etc.), as interações e outros. Esta possibilidade é na maioria das vezes extremamente remota, pois comumente as condições ambientais após degradação não permitem mais o retorno para uma condição exatamente idêntica à original (ou pré – existente) e raramente dispomos de informações suficientes sobre a comunidade pré – existente naquele local degradado, que nos permitiriam suprir as dificuldades de uma restauração *“sensu stricto”*, podendo ter ocorrido inclusive a extinção de espécies durante o processo de

degradação. Também pode-se não dispor dos recursos econômicos necessários para o cumprimento dessa tarefa. (VAN DER HAVEREN et al., 1997).

A restauração “*sensu stricto*” raramente se constitui como o objetivo pretendido de uma recuperação, acabando por se transformar mais numa intenção louvável, do que num objetivo exequível. Por isso esse termo é muitas vezes criticado apesar de seu uso consagrado na bibliografia da área. Esse tipo de restauração em geral só ocorre em casos muito especiais onde a degradação antrópica apresentou muito superficiais e a adoção de práticas simplificadas de proteção do ecossistemas possibilitariam o retorno da área às condições anteriores à degradação. Nesses casos, a restauração “*sensu stricto*” foi definida em trabalho de recuperação sob a denominação “*sensu lato*” (RODRIGUES et al (1992); RODRIGUES & GANDOLFI, 1996).

A restauração “*sensu stricto*” se aplicaria a um ecossistema que foi submetido a uma perturbação não muito intensa, possibilitando a preservação da capacidade do ecossistema de se recuperar dos efeitos negativos resultantes da degradação (resiliência). Entretanto, neste caso o ecossistema degradado não mais retornaria “exatamente” a condição original ou pré-existente, mais sim a algum “estado estável alternativo” ou “intermediário”.

Também na *reabilitação* haveria o retorno do ecossistema degradado a algum “estado estável alternativo”, todavia, este retorno só seria possível através de uma forte intervenção antrópica que colocasse o ecossistema numa nova “trajetória”, já que no estado atual (sem a aplicação da intervenção antrópica) o ecossistema se manteria numa condição de degradação irreversível.

Por fim, a *redefinição*, também chamada de *redesignação* se constituiria numa estratégia distinta das anteriores, já que o objetivo pretendido seria a convenção de um ecossistema degradado (ou mesmo não degradado) num ecossistema com destinação ou uso distinto do ecossistema original ou pré-existente. Em geral esse novo ecossistema não mantém vínculo ou afinidade de características com o ecossistema original. Como exemplo poderíamos citar a transformação de uma área degradada num reservatório hídrico (prática muito comum na mineração), a transformação de áreas degradadas em áreas agrícolas, como pastagens etc.

No trabalho de RODRIGUES & GANDOLFI (2001c), o termo “*recuperação*” foi usado como uma designação genérica de qualquer ação que possibilite a reversão de uma área

degradada, para a condição de não degradada, independente da ocupação original e/ou pré-existente e da destinação futura. Dessa forma, o tempo recuperação engloba todos os termos já definidos anteriormente. Essa não é exatamente a mesma definição de termo recuperação que foi usado pelo IBAMA (1990), que se caracteriza como uma definição intermediária entre restauração *sensu lato* e reabilitação. O termo “restauração” é entendido como qualquer atividade de “recuperação” que tenha como objetivo principal, não o retorno do ecossistema degradado à condição original, estabelecendo para isso um “modelo idealizado” de ecossistema, mas sim o restabelecimento dos “processos ecológicos” e portanto da integridade ecológica daquele ecossistema, sem a preocupação maior de reconstruir um “modelo único” de ecossistema, o que está de acordo com a definição do termo pela Society for Ecological Restoration (RODRIGUES & GANDOLFI, 2001c).

3.7.1 MODELOS DE REVEGETAÇÃO

Diversos modelos para revegetação ciliar são encontrados na bibliografia, sempre buscando a eficácia do reflorestamento e a fidelidade às características auto-ecológicas das espécies florestais e das formações vegetais.

BARBOSA (2001) afirma que existem hoje diversos modelos possíveis de serem implantados visando o repovoamento vegetal de trechos degradados de matas ciliares, utilizando espécies arbóreas nativas regionais, citando KLEIN (1984), SALVADOR (1987), KAGEYAMA, (1986), BARBOSA, (1989), DURIGAN & NOGUEIRA (1990), RODRIGUES et al (1992), BOTELHO et al (1995), RODRIGUES & GANDOLFI (1996)). Em BARBOSA (2001) são apresentados 4 modelos adequados a diferentes situações encontradas em campo.

Conforme KAGEYAMA et al (2001), a escolha ou criação de um modelo de restauração é um processo em constante aprimoramento, que é alimentado não só pelos conhecimentos básicos sobre ecologia, demografia, genética, biogeografia, mas também sobre as informações sobre o ambiente físico e biológico da região onde será implantado. Conforme o autor, a interação dos conhecimentos teóricos básicos, informações sobre a área e tecnologia disponível são os fatores que vão determinar qual o modelo mais adequado para cada situação.

CRESTANA (1993) considerou que a revegetação deveria ser efetuada considerando o grau de perturbação ou degradação de uma determinada área, bem como a fisionomia da vegetação, propondo os seguintes métodos de revegetação:

- **Regeneração natural:** É o método a ser utilizado em áreas pouco perturbadas, nas quais os processos naturais de recuperação possam agir. É adequado nas proximidades de matas naturais existentes ou áreas que apresentam a maioria das características bióticas (fauna e flora) originais.

- **Enriquecimento da vegetação secundária:** o método busca enriquecer as formações vegetais ainda existentes que se apresentam bastante alteradas, através do plantio ou semeadura de espécies secundárias iniciais e tardias sob as copas das árvores remanescentes.

- **Reflorestamento heterogêneo com essências nativas:** Quando as áreas que se pretende reflorestar não apresentam características favoráveis para que haja uma recuperação natural, torna-se necessária a efetivação de um plantio heterogêneo, com a utilização de espécies nativas regionais.

Quando o reflorestamento heterogêneo baseia-se em um levantamento fitossociológico, buscando introduzir as espécies originais inventariadas na região, denomina-se **sistema fitossociológico**. O autor ressalta a dificuldade da implementação deste sistema, por não se encontrarem mudas de todas as espécies exigidas, nem sementes no mercado ou tecnologia para sua produção, além de não se disporem de dados científicos da evolução das matas.

Já o **sistema sucessional** necessita de um menor número de espécies, enquadradas de acordo com suas características de sucessão, visando a formação rápida da floresta. Segundo o autor, seriam necessárias cerca de 20 a 30 espécies diferentes enquadradas como pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímaxes, plantando-se na proporção, respectivamente, de 50:25:15:10 (CRESTANA, 1993).

TOSCANO (1994) aplicou esta metodologia na recomposição ciliar da microbacia do córrego Marinheirinho, em Votuporanga, SP, e relata as formas de implantação utilizadas e custos envolvidos.

Diferentes modelos para a revegetação com espécies nativas são tratados por MACEDO (1993), seguindo, também, os aspectos sucessionais e formas de enriquecimento da vegetação secundária.

O enquadramento das espécies em grupos de acordo com suas características sucessionais naturais foi proposto por BUDOWSKI (1965). Segundo ANDRADE (1978), os grupos ecológicos seriam integrados por espécies que se comportam muito semelhantemente em relação aos fatores ambientais.

SALVADOR (1987) utilizou o conceito de "grupos ecológicos", para classificar as espécies quanto ao seu grau de adaptabilidade aos ambientes hidromórficos, sendo então apontadas nos grupos de espécies indicadoras principais, espécies indicadoras acompanhantes e espécies acompanhantes ciliares.

O autor fez considerações a respeito da recomposição de matas ciliares em reservatórios da CESP, para os casos onde a variação do nível de água era grande, pequena ou para o caso de rios e tributários, propondo as formas de reflorestamento. BIELLA (1986) e GALLI et al (1996) também apresentam modelos baseados na experiência da CESP.

Já DURIGAN & NOGUEIRA (1990) propuseram a separação das espécies quanto a fertilidade do solo em que ocorrem (fertilidade alta - espécies de mata; fertilidade baixa - espécies de cerrado), e às suas características de sucessão (pioneiras/secundárias iniciais e secundárias tardias/clímax). Indicou também a tolerância das espécies aos ambientes encharcados, sujeitos a inundações ou a geadas.

Para a distribuição no campo das espécies separadas nos grupos ecológicos, vários autores propuseram módulos de reflorestamento (RODRIGUES et al.(1986), SALVADOR (1989b), MACEDO (1993), CRESTANA, (1993) e outros).

JOLY et al (2001) propuseram um modelo de recomposição da mata ciliar com base na florística regional, aplicado na bacia do Rio Jacaré-Pepira. Destaca-se que os autores citam que a restauração dos ciclos naturais de alagamento parece ser extremamente importante para recuperação e/ou manutenção da vegetação ciliar e qualquer programa de manejo deve considerar este aspecto, dentre outros.

OLIVEIRA & PEREZ FILHO (1993), em um estudo de caso para uma propriedade agrícola de 700 ha em Campinas, SP, propuseram a utilização de módulos de reflorestamento para cada tipo de geoambiente verificado na microbacia, dividindo a área em 4 categorias, onde seriam implantadas as espécies de acordo com sua tolerância a geoambientes e características sucessionais. As categorias propostas foram:

- Categoria A: Escadouros naturais, córregos intermitentes;
- Categoria B: Cursos d'água com até 10 metros de largura;
- Categoria C: Cursos d'água com até 10 metros de largura, com as vertentes apresentando declividade superior a 100%;
- Categoria D: Trechos encharcados ou periodicamente inundáveis.

Para cada categoria foi proposta uma faixa de preservação permanente, de acordo com o Código Florestal, onde seriam efetuados os reflorestamentos.

OLIVEIRA & PEREZ FILHO (1994) compararam e adaptaram de SALVADOR(1987), DURIGAN & NOGUEIRA (1990), LORENZI (1992) e CRESTANA (1993) as metodologias de recomposição e listas de espécies nativas, obtendo um banco de dados onde estão catalogadas 400 espécies de árvores nativas e suas correspondentes características ecológicas, propondo uma metodologia para recomposição ciliar. Os autores se utilizaram de técnicas de aerofotogrametria e fotointerpretação para identificação de diferentes geoambientes existentes na área de estudo, propondo módulos de reflorestamento para cada situação.

OLIVEIRA (1997) estudou as relações entre solo-vegetação visando propor um modelo de reflorestamento que contemple as características físicas da área e a tolerância das espécies nativas a diferentes geoambientes.

Geoambiente é um espaço físico que apresenta características semelhantes com relação ao tipo do solo, à formação vegetal correspondente e às técnicas de implantação de reflorestamentos heterogêneos.

Na área de estudo analisada por OLIVEIRA (1997), foram identificados dois geoambientes principais (sendo um dividido em duas subclasses), diferenciáveis em relação aos tipos de solo, tipo de formação vegetal característica e formas de implantação do reflorestamento, descritos a seguir.

Geoambiente de Terra Firme

O Geoambiente de Terra Firme é caracterizado por áreas com solos de drenagem moderada a boa, apresentando em geral declividades superiores a 5%, sendo que não apresentam qualquer limitação de uso em função do risco de excesso de água ou falta de oxigênio para as plantas.

As feições geomorfológicas características são as vertentes ou encostas, topos de colinas, morros e pedimentos, localizados fora das planícies de inundação.

Ocorrem solos Podzólico Vermelho Amarelo e Podzólico Vermelho Escuro, indiscriminados. Latossolo Roxo, unidade Barão Geraldo, Latossolo Vermelho Amarelo, unidade Mato Dentro, e Latossolo Vermelho Escuro, unidade Limeira. Latossolos Câmbicos, quando não apresentarem riscos de inundação periódica ou lençol freático subsuperficial. Litossolos distróficos e eutróficos.

Os solos da região de estudo apresentam predominância de caráter distrófico ou álico, conforme os levantamentos de solos realizados, indicando baixa fertilidade dos mesmos e problemas de toxidez por alumínio. Em função disto, necessitam de correção através de calagem e adubação mineral para garantir o desenvolvimento das mudas. A preservação da matéria orgânica a ser formada no local é fundamental para garantir a sustentabilidade do plantio efetuado e da floresta.

Geoambiente Ciliar

O geoambiente ciliar é verificado ao longo dos cursos d'água, com influência direta dos recursos hídricos, sejam superficiais ou subterrâneos. A revisão realizada sobre as

planícies de inundação demonstrou a grande variabilidade das características dos solos ocorrentes nestas áreas. Para aplicação neste trabalho, identificou-se a necessidade da subdivisão deste geoambiente em duas sub-classes, definidas principalmente em relação ao grau de hidromorfismo verificado (que tem estreita relação com as características físico-químicas dos solos e com a fisionomia vegetal ocorrente).

Geoambiente Ciliar de Inundações Temporárias

Compreende as áreas que apresentam riscos de inundações temporárias, permanecendo alagadas por pequenos períodos, de até uma semana, geralmente com lençol freático próximo à superfície e que varia ao longo do ano, estando próximo do horizonte superficial na época chuvosa. As declividades predominantes variam entre 2% e 5%.

As feições geomorfológicas características são os terraços, os diques, aluviões recentes, faixas meândricas e pedimentos, localizados nas planícies de inundação, associadas ao Latossolo Câmbico, Cambissolos, solos Aluvionais e solos Glei Pouco Húmicos.

Geoambiente Ciliar Brejoso

Neste geoambiente encontram-se os solos que permanecem encharcados por longos períodos do ano, seja devido às cheias do rio, escoamento superficial pela encostas ou por afloramento do lençol freático sobre a superfície do solo. As declividades variam entre 0 e 2%.

As feições geomorfológicas características desse geoambiente são as bacias de decantação, e em menor escala as faixas meândricas, os diques e aluviões recentes, todos localizados nas planícies de inundação, associados aos solos Orgânicos, Glei-Húmicos e Glei Pouco-Húmicos, que apresentam altos teores de matéria orgânica e são predominantemente distróficos ou álicos, e em menor escala, eutróficos.

O plantio no geoambiente ciliar brejoso deve ser efetuado nos meses secos do ano, quando o lençol encontra-se mais profundo no solo.

As espécies adaptadas a este geoambiente são as inventariadas nas formações da Floresta de Inundações Temporárias, no estudo realizado por LEITÃO FILHO et al.(1994), ou

características das matas higrófilas ou brejosas da região, encontradas na literatura, e estão distribuídas nos grupos ecológicos 7 e 8.

Conforme descreve OLIVEIRA (1997), os geoambientes indicados foram definidos em função da disponibilidade de dados que viabilizassem sua relação com as fisionomias vegetais ocorrentes. Deve-se observar, entretanto, que devido a grande heterogeneidade dos solos e sua variabilidade espacial, os geoambientes identificados podem apresentar diferenças em suas características químico-físicas, que determinam a preferência de determinadas espécies vegetais, conforme constatado por inúmeros autores que descrevem a heterogeneidade destes ambientes. Com base em dados mais detalhados, torna-se possível a definição de sub-classes para os geoambientes, para as quais determinadas espécies seriam mais indicadas para reintrodução, devido à sua própria adaptabilidade a esses ambientes.

Assim, diversos outros geoambientes poderiam ser considerados, tanto de origem natural como provocados por ações antrópicas. Como exemplos, a ocorrência de solos pedregosos ou afloramentos rochosos, ou excessivamente arenosos ou álicos, determinariam certamente uma fisionomia vegetal específica e formas mais adequadas para o reflorestamento. No caso de geoambientes criados ou provocados, como áreas de empréstimo, áreas degradadas por mineração, antigos aterros sanitários ou lixões, entre outros, determinam ou necessitam de manejo e espécies que comprovadamente estejam adaptadas a tais situações, podendo ser então considerados geoambientes específicos (OLIVEIRA 1997).

BARBOSA (2002) apresentou a relação dos trabalhos, envolvendo levantamentos florísticos e/ou fitossociológicos, consultados para classificação das espécies nos biomas / ecossistemas e regiões do Estado de São Paulo, com a indicação da região ecológica, município, local e referências bibliográficas. O trabalho apresenta uma base de dados com 589 espécies arbóreas nativas do Estado de São Paulo com produção de mudas e sementes, a partir da investigação efetuada em 68 viveiros florestais no Estado. Com base em dados da literatura sobre ocorrência e diversidade das espécies, elaborou-se, também, uma listagem com a classificação quanto à região e bioma de ocorrência natural em todo o Estado de São Paulo. Pretende-se, com esta publicação, facilitar o atendimento a inúmeras consultas que freqüentemente temos atendido sobre as espécies recomendadas para o plantio em cada região do Estado, facilitando a implantação dos serviços ambientais, tanto para recuperação

espontânea de áreas degradadas, quanto àquelas oriundas da fiscalização ou do licenciamento ambiental.

Com base nos dados publicados, a SMA editou a Resolução SMA nº 21, de 21/11/2001, que “Fixa Orientação para o Reflorestamento de Áreas Degradadas e dá providências correlatas”, numa tentativa de solucionar, de forma rápida e eficaz, as lacunas diagnosticadas no Estado, visando à conservação dos recursos naturais. Esta resolução tem mudado os rumos dos reflorestamentos com espécies nativas no Estado de São Paulo, estabelecendo os critérios mínimos para projetos de reflorestamento, principalmente àqueles que necessitam de licenciamentos efetuados pela SMA (BARBOSA, 2002).

3.7.2 SUCESSÃO ECOLÓGICA

A sucessão ecológica é entendida como o acréscimo ou substituição seqüencial de espécies em uma comunidade, acompanhada por alterações na abundância das espécies anteriormente presentes e nas condições ambientais locais. Quando a sucessão ocorre em áreas florestais, após a ocorrência de perturbações, recebe a denominação de **sucessão secundária** (RODRIGUES, 1995).

A sucessão secundária é considerada então um processo dentro do contexto da dinâmica florestal, bastante complexa, que além da sucessão apresenta outros fatores que a determinam. Segundo MACEDO (1993), a dinâmica da floresta natural deve ser o modelo básico a ser seguido na revegetação, orientando a forma de associação das espécies nos plantios mistos.

A sucessão secundária está diretamente relacionada com a intensidade da luminosidade incidente num determinado local e sua variação ao longo do tempo. Assim, as espécies *heliófitas* típicas são aquelas adaptadas à incidência da luz direta do sol, e as espécies *umbrófilas* aquelas adaptadas às condições de sombreamento, existindo também um grande número de espécies que apresentam características intermediárias.

Grande parte dos trabalhos adota o seguinte enquadramento segundo as características de sucessão: espécies pioneiras, secundárias e clímax. As características de cada grupo são colocadas por RODRIGUES (1995).

- Espécies pioneiras: espécies tipicamente heliófitas, têm a função de cicatrizadoras de ambientes perturbados, sendo também denominadas de colonizadoras, e apresentam as seguintes características ecológicas: (1) a distribuição de sementes por toda a floresta, que podem estar dormentes no solo (banco de sementes) ou continuamente dispersas pelos animais; (2) a germinação rápida das sementes na presença da luz; (3) o crescimento rápido; (4) o ciclo de vida curto e (5) baixa densidade da madeira. Em função disto, as espécies pioneiras são verificadas, em condições naturais, apenas em clareiras ou bordas de mata, devido a maior incidência de luz solar.

- Espécies climácicas (ou clímax): no outro extremo das pioneiras, as espécies deste grupo são as finais do processo de sucessão, apresentando então características ecológicas praticamente inversas às das espécies pioneiras, como (1) germinam à sombra, no interior de florestas, em condições de luz filtrada, alta umidade e pequena amplitude térmica se comparadas às condições das clareiras; (2) o crescimento lento; (3) o ciclo de vida longo; (4) a alta densidade da madeira. As características de dispersão das sementes são bastante variadas, germinando nas condições acima citadas e formando um banco de plântulas, do qual alguns indivíduos conseguem se desenvolver e alcançar o dossel superior da floresta, já na fase adulta. As conhecidas madeiras-de-lei, em geral, pertencem a este grupo.

- Espécies secundárias: são aquelas que apresentam características intermediárias entre as pioneiras e climácicas e ocorrem em diversas fases da sucessão secundária. Quando as características das espécies se aproximam das pioneiras, são então denominadas secundárias iniciais. Quando tais características se aproximam das espécies climácicas, são denominadas secundárias tardias.

A classificação sucessional das espécies florestais tem sido um ponto muito polêmico em estudos de florestas tropicais, pois pouco se conhece das características auto-ecológicas das espécies (RODRIGUES, 1995).

De fato, a comparação de diversas listagens encontradas na literatura a respeito das características sucessionais das espécies florestais revela algumas incompatibilidades na classificação, quando as mesmas espécies são enquadradas em diferentes grupos por diferentes autores. Uma maior unanimidade é verificada em relação às espécies pioneiras, sendo que para os demais grupos a diferenciação é mais evidente.

Isto se deve, em parte, a observação *in loco* da ocorrência das espécies pelos autores, em áreas de estudo diferenciadas e nas diversas fases da sucessão secundária, quando outros fatores (por exemplo o banco de sementes e plântulas, a posição da área no relevo, o tamanho das clareiras, etc.) passam a influir na ocorrência e distribuição dessas espécies.

Outro aspecto importante é o fato de que a interpretação da sucessão natural em áreas florestais pode apresentar diferenças significativas com relação aos reflorestamentos mistos artificiais, quando determinadas espécies mostram-se mais adequadas para preencher as características desejadas no desenvolvimento da floresta plantada.

Como proposta de enquadramento sucessional das espécies para aplicação prática em plantios de recomposição, DURIGAN (1994) propôs o seguinte critério:

- Pioneiras - espécies que só germinam e se desenvolvem à plena luz do sol;
- Não pioneiras heliófitas - espécies que podem germinar à sombra, mas que dependem da luz solar direta para se desenvolverem;
- Não pioneiras umbrófilas - espécies que germinam e se desenvolvem à sombra.

A autora destaca ainda a existência de um grupo de espécies que se comportam como umbrófilas quando jovens e, quando adultas, se comportam como heliófitas típicas. Para este grupo, a autora propõe o enquadramento nas duas categorias.

KAGEYAMA (1993) apresentou técnicas de classificação prática do estágio de regeneração de fragmentos florestais, a partir da observação das espécies predominantes, de acordo com os critérios de sucessão secundária.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO - A BACIA DO RIBEIRÃO DAS PEDRAS

O desenvolvimento do presente trabalho terá como área de estudo a bacia do Ribeirão das Pedras, localizada na região Norte do Município de Campinas, entre o bairro do Alto Taquaral até o Distrito de Barão Geraldo, englobando totalmente o *campus* da UNICAMP (Figuras 5 e 6).

A bacia do Ribeirão das Pedras possui área total aproximada de 2.974,59ha, ficando localizada na área englobada pelas coordenadas 7.470.000, 283.000 e 7.479.000, 291.000, no sistema de projeção UTM (Unidade Transversa de Mercator) Meridiano Central 45°, Fuso 23, referência horizontal Córrego Alegre, MG, referência vertical Marégrafo de Imbituba, SC.

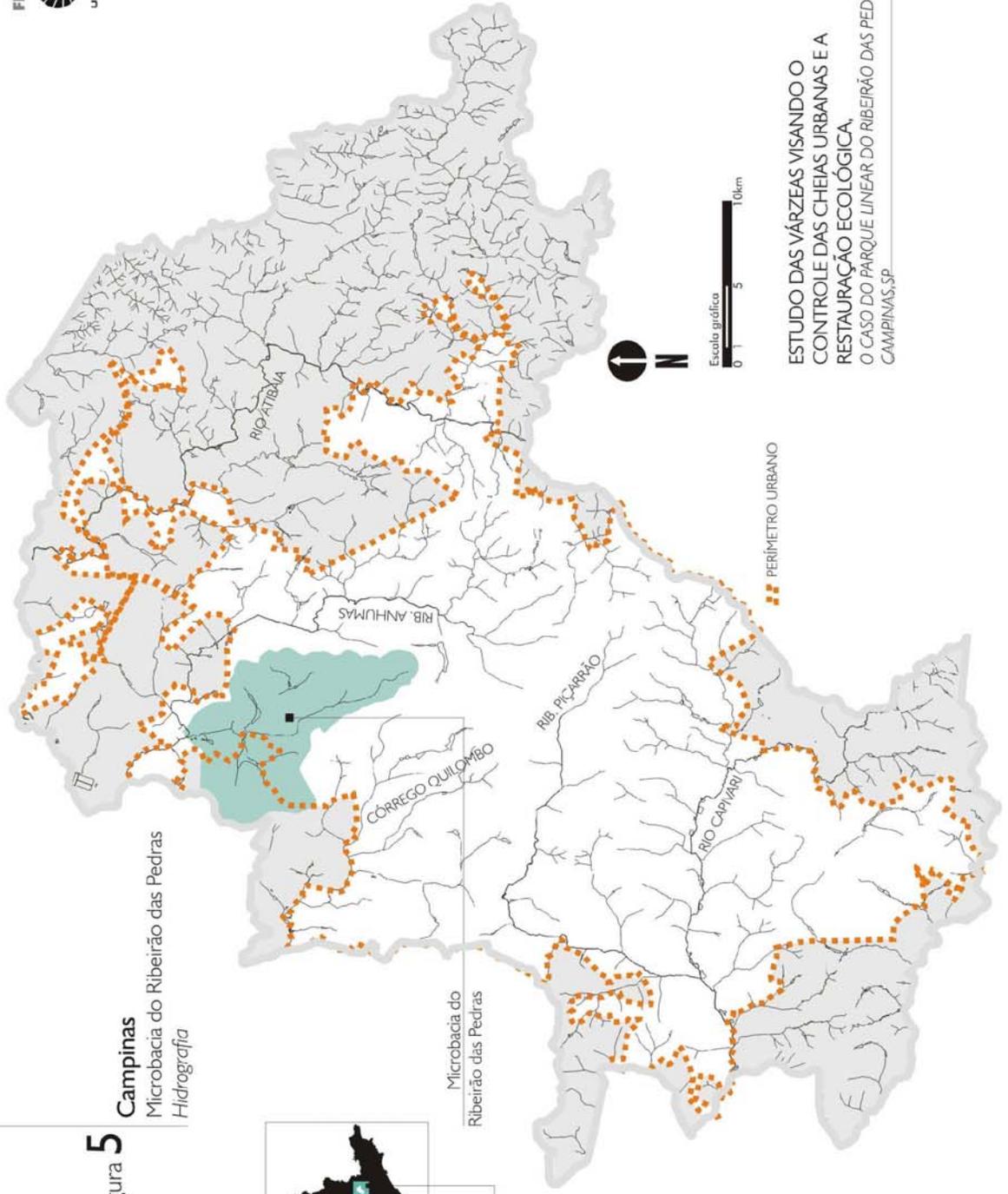
A bacia do Ribeirão das Pedras é afluyente da margem esquerda do ribeirão das Anhumas, o qual é afluyente da margem esquerda do rio Atibaia, que por sua vez vai se constituir num dos formadores do rio Piracicaba.

Com relação à administração dos recursos hídricos, a área se situa na Bacia do Médio Tietê – Piracicaba, Capivari e Jundiá, dentro da UGRHI – 05 (Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos).

A Bacia Hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (BHPCJ) é uma das maiores e mais importantes do Estado de São Paulo, sendo formada pelos rios Jaguari (que nasce em MG) e Piracicaba, que são federais e o Capivari, Jundiá e Atibaia, que são estaduais.

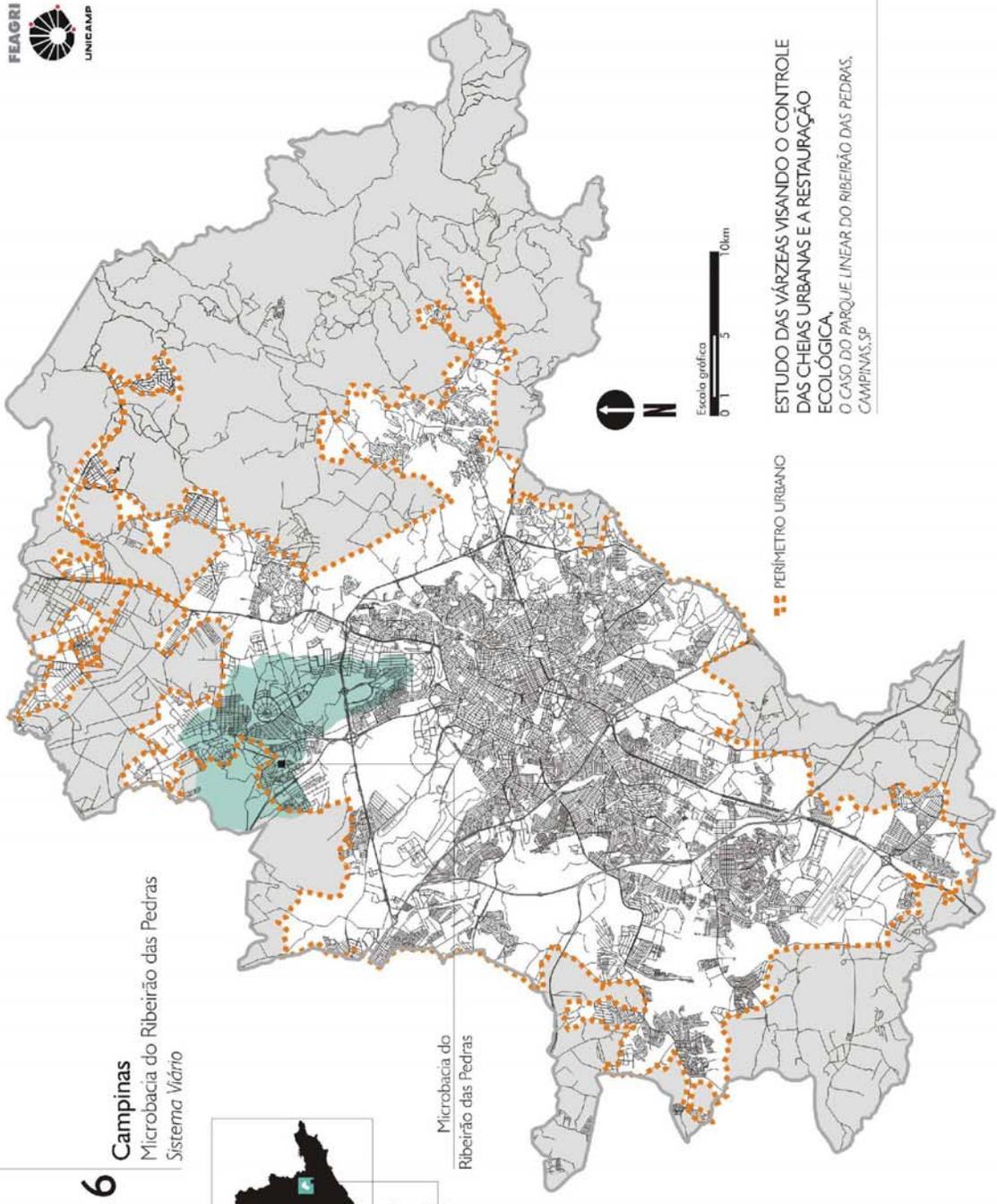
Figura 5

Campinas
Microbacia do Ribeirão das Pedras
Hidrografia



ESTUDO DAS VÁRZEAS VISANDO O
CONTROLE DAS CHEIAS URBANAS E A
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA,
O CASO DO PARQUE LINEAR DO RIBEIRÃO DAS PEDRAS,
CAMPINAS, SP

Figura 6 Campinas
Microbacia do Ribeirão das Pedras
Sistema Viário



4.1.1 CLIMA

O clima verificado na área de estudo é classificado como Subtropical, ou correspondente ao Cw de Koeppen, apresentando duas estações bem definidas: verões quentes e úmidos e invernos frios e secos. A temperatura média anual é de 20,6°. (CAMPINAS, 1996).

A precipitação média, captada no posto fluviométrico D4-047 (DAEE), no período de 1959 a 1993, é de 1394mm, sendo janeiro o mês que mais chove, com média de 243 mm, e o mês de agosto o que menos chove, com media de 33 mm. A Figura 7 apresenta as médias mensais históricas e os índices mensais do ano de 2.003.

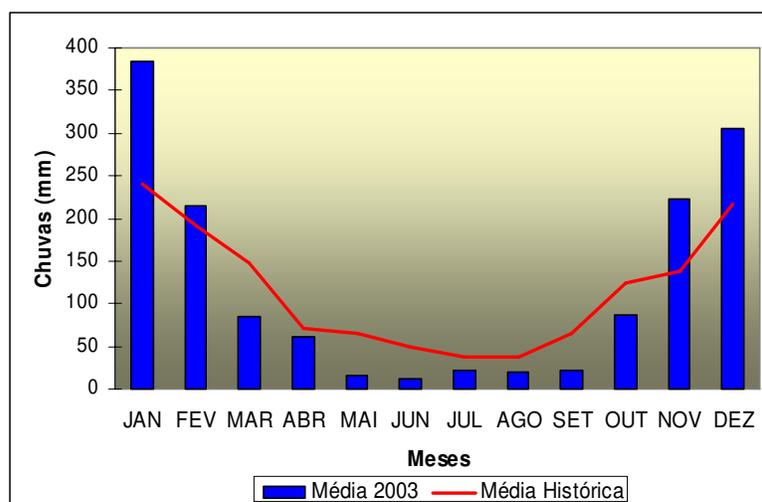


Figura 7: Precipitação pluvial mensal na região de Campinas Fonte: Relatório de monitoramento Agrometeorológico Site: www.embrapa.br - 2003

Os ventos predominantes são de sudeste, e as velocidades médias entre 5 e 15 m/s (CAMPINAS, 1990).

4.1.2 SUBSTRATO ROCHOSO

A bacia do Ribeirão das Pedras integra a borda oriental da bacia sedimentar do Paraná, estando em contato com o Planalto Cristalino. As rochas magmáticas extrusivas mesozóicas se constituem de diabásios da formação Serra Geral, formados durante o período Jurássico-Cretáceo, e que ocorrem predominantemente na forma de 'sills'. (CAMPINAS, 1996).

Formado no período Carbonífero Permiano, as rochas paleozóicas do grupo Tubarão – Formação Itararé, formadas por arenitos finos a grosseiros laminiticos, siltitos, ritmitos, folhelos, ocupam outra parte da microbacia, segundo a divisão litoestratigráfica apresentada em IPT, 1981.

4.1.3 SISTEMA DE RELEVOS

O Município de Campinas situa-se em uma notável transição entre os morros e serras do Planalto Atlântico, onde as altitudes máximas ultrapassam os 1.100 metros, e o setor de colinas e morrotes da depressão periférica, com altitude média entre 600 e 700 metros, onde se instalou e se consolidou quase todo o cenário urbano.(CAMPINAS,1990).

Conforme classificação do INSTITUTO GEOLÓGICO (1993), a região abrangida pela área de estudo situa-se em relevo de colinas médias (Cm), com declividades entre 4,5% a 11%, comprimento de rampa de 420 a 1380m, apresentando topos amplos e convexos e planícies fluviais bem desenvolvidas, com média densidade de drenagem com padrão dendrítico. Abrange também colinas médias e amplas (Cma), com declividades entre 1 a 6,5%, comprimento de rampa de 500 a 2.100 metros, planícies fluviais estreitas e desenvolvidas, com densidade de drenagem de média a baixa de padrão dendrítico, segundo CAMPINAS, (1996).

4.1.4 TIPOS DE TERRENOS

Um tipo de terreno pode ser considerado como uma unidade homogênea, onde se "mantém o arranjo espacial de seus componentes e atributos, bem como o padrão de repetição deste arranjo. É definido com base no relevo, que é considerado como uma

síntese histórica e dinâmica das interações que ocorreram entre a litosfera, hidrosfera e atmosfera ao longo do tempo." (INSTITUTO GEOLÓGICO, 1993). Predominam os terrenos **colinosos suavemente ondulados**, favoráveis à ocupação para atividades urbanas, industriais e agropecuárias, com cuidados simples de implantação e conservação, e com restrições apenas nas áreas de potencial mineral e preservação ambiental; seguidos pelas **planícies fluviais**, impróprias para ocupação urbano-industrial e implantação de sistemas viários (excetuando-se implantação de áreas verdes e de lazer), e com severas restrições à ocupação agropecuária, exigindo cuidados complexos de conservação e/ou melhoramentos. Os terrenos **colinosos ondulados a inclinados** ocorrem apenas num pequeno setor junto à SP-340, sendo apropriados à ocupação urbano-industrial com cuidados específicos de implantação e conservação; e favoráveis à ocupação agropecuária, desde que ocorram cuidados específicos de conservação e/ou melhoramentos. (CAMPINAS, 1996)

O padrão de drenagem observado nesta região é subparalelo retangular, a dendrítico, bastante irregular, com densidade rala.

4.1.5 PEDOLOGIA

Conforme o levantamento Pedológico Semidetalhado dos Solos do Estado de São Paulo, Quadrícula de Campinas (OLIVEIRA, 1979) na escala 1:100.000, predominam na área de estudo os latossolos, distribuídos nas seguintes unidades:

Latossolo Roxo eutrófico, unidade Ribeirão Preto, considerado a unidade de solo mais nobre do município, apresentando alta fertilidade natural e adequado à mecanização, com ligeira suscetibilidade à erosão.

O **latossolo Roxo distrófico**, unidade Barão Geraldo, o **Latossolo vermelho-amarelo** unidade Mato Dentro, **latossolo vermelho-escuro** unidade Limeira, e o **latossolo vermelho amarelo** unidade Camarguinho, são adequados aos cultivos anuais, semi-perenes, permanentes, pastagem ou reflorestamento, com limitações relativas a baixa fertilidade ou toxicidade por alumínio (caráter álico), apresentando ligeira suscetibilidade à erosão (OLIVEIRA, 1979).

São mapeados também solos hidromórficos indiscriminados, restritos às planícies fluviais existentes ao longo dos cursos d'água, sujeitos a inundações frequentes e apresentando o lençol freático elevado, apresentando encharcamento durante períodos mais ou menos longos no decorrer do ano (CAMPINAS, 1996).

Conforme OLIVEIRA et. al. (1999), no Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000, o solo ocorrente na área de estudo é o LV4 – Latossolos vermelhos Eutroféricos e Distroféricos, + **Latossolos vermelhos Distróficos**, ambos A moderado textura argilosa relevo suave ondulado.

4.2 BASE CARTOGRÁFICA

O Plano Cartográfico do Estado de São Paulo, na escala 1:10.000 (IGC,1979) foi utilizado como base cartográfica do trabalho, uma vez que tal mapeamento encontra-se disponível para amplas áreas do Estado de São Paulo, apresentando nível de detalhe suficiente para etapas de planejamento regional. Como o presente trabalho visa possibilitar o planejamento da ocupação territorial por municípios ou regiões, com base em mapeamentos existentes (visando evitar a necessidade de levantamentos específicos) e disponíveis, o mapeamento do IGC (1979) se apresenta como excelente alternativa.

Em função disto é o mapeamento de referência utilizado por órgãos públicos, em especial o DEPRN – Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais, vinculado a Secretaria Estadual de Meio Ambiente, o DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica, vinculado a Secretaria Estadual de Recursos Hídricos, e diversas prefeituras, em muitas das quais representa o mapeamento mais detalhado disponível para fins de planejamento territorial.

O mapeamento do IGC (1979) foi elaborado na Projeção UTM (Universal Transversa de Mercator), com referência horizontal Córrego Alegre, MG, referência vertical Marégrafo de Imbituba, SC, Meridiano Central 45°, Fuso 23.

Apresenta curvas de nível com equidistância de 5,00 metros, que permite boa avaliação de declividades e relevo, sendo também adequado para a utilização nos modelos de simulação hidrológica a serem utilizados no presente trabalho.

As plantas do IGC foram escaneadas em formato TIF e georeferenciadas com o uso do software GEOMEDIA. Posteriormente, foram vetorizados as linhas de drenagem natural, curvas de nível, áreas brejosas ou sujeitas a inundação e lagoas, resultando em arquivos no formato .DXF. A malha urbana foi obtida de EMPLASA (2.001).

4.3 MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

O mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APP's) foi elaborado de acordo com o previsto pelo Artigo 2º do Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/65, alterada pelas Leis nº 7.803/89 e 7.875/89) e pelo Artigo 3º da Resolução CONAMA nº 004/85. Recentemente foram editadas as Resoluções CONAMA nº 302/02 e 303/02 que definiram critérios para fixação das APP's no entorno de reservatórios naturais ou artificiais.

Dessa forma, foram delimitadas na base cartográfica deste trabalho, e, portanto, com base nas informações contidas no mapeamento do IGC (1979), na escala 1:10.000, as áreas consideradas de preservação permanente, sendo identificadas as situações abaixo descritas:

- 1- de 30 (trinta) metros para os rios com menos de 10 metros de largura;
- 2- de 50 (cinquenta) metros para os cursos de água com largura entre 10 e 50 metros;
- 3 - Raio de 50 metros ao redor das nascentes ou olhos d'água;
- 4 - Ao redor de represas e reservatórios, naturais ou artificiais, em faixa de 30 metros (áreas urbanas) e 100 metros nas áreas rurais, exceto as de até 20 hectares de superfície, nas quais a faixa deve ser de 50 metros.
- 5 – de 30 (trinta) metros nos limites das áreas brejosas ou sujeitas a inundações.

As demais condições para definição de áreas de preservação permanente definidas no Código Florestal não foram verificadas na área de estudo, tais como topos de morro, áreas com declividades superiores 100%, rios com larguras superiores a 50 metros, entre outras.

4.4 MAPEAMENTO DAS PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO

O mapeamento das planícies de inundação foi elaborado por meio de foto-interpretção de fotografias aéreas na escala 1:5.000, ano de 1994, utilizando-se de recursos de estéreoscopia, sendo transferidos posteriormente para a base cartográfica na escala 1:10.000. Tal trabalho foi realizado por ocasião da elaboração do Plano Local de Gestão Urbana de Barão Geraldo (CAMPINAS, 1996).

Uma revisão das técnicas de aerofotogrametria e fotointerpretação é encontrada em MARCHETTI, (1997).

4.5 SIMULAÇÕES HIDROLÓGICAS

4.5.1 MODELO HIDROLÓGICO UTILIZADO

As simulações hidrológicas foram realizadas com a utilização do software “CABC” Sistema Automático de Análise de Bacias Complexas, versão 2.02, (FCTH, 1999), desenvolvido pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH). Através do sistema, a chuva excedente foi calculada através do modelo do SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS, 1957), e os hidrogramas através do método Hidrograma Unitário Triangular do SCS - SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS, 1957).

Segundo FCTH (1999), o modelo *Cabc* aplica-se a problemas de drenagem urbana e rural, em especial aos que podem ser classificados como macro drenagem. Sua aplicação apresenta vantagens em relação aos casos em que o Método Racional apresenta restrições, ou seja, bacias com áreas de drenagem superiores a 100 ha. O modelo aplica-se também a grandes bacias urbanas (superiores a 50 Km²), uma vez que as diversidades de distribuição de chuva e ocupação do solo podem ser levadas em conta através da segmentação em sub-bacias.

4.5.2 DADOS DE PRECIPITAÇÃO

As simulações hidrológicas foram realizadas adotando uma precipitação com as características descritas a seguir. Deve-se considerar, entretanto, que em um estudo de probabilidade de ocorrência de falhas do sistema proposto, a variável precipitação torna-se uma das mais significativas, uma vez que a variação de suas características poderá levar a profundas alterações no comportamento geral do sistema, como por exemplo, chuvas com maior duração ou com maior período de retorno.

4.5.2.1 DURAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO ESTUDADA E INTERVALO DE DISCRETIZAÇÃO

A duração da chuva estudada é de 2 horas, com intervalo de discretização de 12 minutos, atendendo as condições especificadas para a utilização da equação I-D-F proposta para Campinas por VIEIRA (1981).

Tendo em vista a área e forma da bacia, a duração de 2 horas para a precipitação é suficiente para a criação de uma situação crítica, tendo em vista os tempos de concentração das sub-bacias serem inferiores a este período. Na prática, a observação de precipitações intensas ocorridas recentemente na bacia demonstrou que chuvas com durações inferiores a 2 horas foram suficientes para o alagamento de grandes trechos da bacia, não tendo sido observadas chuvas com durações superiores que tenham levado às mesmas conseqüências.

Entretanto, a proposição de um sistema formado por diversas bacias de retenção exige a análise do comportamento do sistema para chuvas de durações maiores, pois este fator pode configurar situações que levem a falha ou colapso do sistema, sendo, portanto recomendável a elaboração de estudos específicos de análise de probabilidade de falhas do sistema, onde se simulariam chuvas intensas com durações maiores, entre outros aspectos.

4.5.2.2 TEMPO DE RETORNO DA PRECIPITAÇÃO

As simulações hidrológicas foram realizadas para chuvas com tempo de retorno de 100 anos, de acordo com a equação proposta por VIEIRA (1981) para o Município de Campinas, de maneira a avaliar o desempenho do sistema para esta situação.

Entretanto, deve-se considerar que a equação proposta por VIEIRA (1981) envolve o período de 1944 a 1977, e que a incorporação de dados do período posterior poderia levar a uma alteração significativa, tendo em vista precipitações intensas ocorridas neste período. Desta forma, é provável que as chuvas consideradas com 100 anos de tempo de recorrência pela equação de VIEIRA (1981) tenham sido superadas uma ou mais vezes no período subsequente, e, portanto não teriam mais este período de recorrência. Dessa forma entende-se que a simulação para o tempo de retorno de 100 anos represente chuvas mais intensas que hoje são utilizadas para a elaboração e licenciamento de projetos de utilização ou intervenção em recursos hídricos.

Logicamente, não faz parte dos objetivos do presente trabalho a discussão relativa às características da precipitação, buscando-se apenas parâmetros para a realização da simulação hidrológica a qual é o objetivo principal do trabalho. Desta forma, a aplicação da metodologia para outras áreas de interesse pode ser realizada com a adoção dos dados mais recentes ou detalhados sobre a precipitação relativa a região em questão.

Reforça-se também a necessidade de estudos específicos de análise de probabilidade de falhas do sistema, onde se simulariam chuvas intensas com intensidades superiores (ou tempo de retorno maior), com o objetivo de prevenir situações de colapso do sistema. Neste caso em especial, é necessário que o dimensionamento hidráulico dos sistemas extravasadores das bacias de retenção deva considerar situações extremamente críticas, sendo capazes de drenar vazões resultantes de chuvas calculadas por meio de modelo de PMP (Precipitação Máxima Provável), por exemplo, tendo em vista que estão propostos para áreas urbanizadas, com riscos maiores no caso de colapso.

4.5.2.3 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

Para a realização das simulações hidrológicas foi considerada uma chuva constante para todas as sub-bacias estudadas, uma vez que não há disponibilidade de dados que permitam a representação desta distribuição ao longo da bacia do Ribeirão das Pedras.

Neste caso, a elaboração de estudos específicos de análise de probabilidade de falhas do sistema poderá simular uma distribuição espacial da precipitação que gere situações mais

críticas, de maneira a propor formas de prevenção e controle da ocorrência de colapsos no sistema.

4.5.2.4 DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL

As simulações hidrológicas foram realizadas para chuvas com intensidade calculada por meio da equação proposta por VIEIRA (1981) para o Município de Campinas, com tempo de retorno de 100 anos, sendo utilizado o modelo de blocos alternados para a desagregação da precipitação, visando a simulação de situação crítica.

Tempo (horas)	Precipitação (mm)
0,2	2,68
0,4	3,79
0,6	6,03
0,8	11,84
1	39,24
1,2	19,35
1,4	8,15
1,6	4,7
1,8	3,15
2	2,31
TOTAL	101,24

Tabela 8: Distribuição temporal da precipitação calculada por meio da equação proposta por VIEIRA (1981) para o Município de Campinas, com tempo de retorno de 100 anos, modelo de blocos alternados.

4.5.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA - GRUPO HIDROLÓGICO DO SOLO E UMIDADE ANTECEDENTE

Conforme OLIVEIRA (1979) as unidades de solos mapeadas na Bacia do Ribeirão das Pedras e entorno é formada por **Latossolo Roxo eutrófico**, unidade Ribeirão Preto, o **Latossolo Roxo distrófico**, unidade Barão Geraldo, o **Latossolo vermelho-amarelo** unidade Mato Dentro, **latossolo vermelho-escuro** unidade Limeira, e o **latossolo vermelho amarelo** unidade Camarguinho, que apresentam em comum a textura argilosa e relevo de colinas médias e amplas.

Conforme OLIVEIRA et. al. (1999), no Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000, o solo ocorrente na área de estudo é o LV4 – Latossolos vermelhos Eutroféricos e Distroféricos, + **Latossolos vermelhos Distróficos**, ambos A moderado, textura argilosa e relevo suave ondulado. Conforme PRADO,1997, a unidade de solo ocorrente na bacia estudada refere-se a LRe-1 - Latossolo roxo eutrófico A moderado textura argilosa.

GENOVEZ (1993) cita o estudo de LOMBARDI NETO et al.(1989), apresentando tabela que indica o grupo de resistência a erosão do solo conforme a unidade mapeada em BRASIL, (1960). Por este estudo, os latossolos característicos da região, seriam enquadrados na grupo A de resistência a erosão. Dessa forma, conforme proposto por GENOVEZ (1993), tais solos poderiam ser agrupados Grupo Hidrológico A.

Entretanto, os altos teores de argila verificados indicam que o comportamento hidrológico destes solos apresenta baixa velocidade de infiltração e permeabilidade moderada a boa, sendo então considerado que o Grupo Hidrológico mais adequado para a área de estudo seja o Grupo Hidrológico C.

GRUPO HIDROLÓGICO DO SOLO: C

No caso da umidade antecedente, será considerada a situação média (AMC II), isto é, com os solos na capacidade de campo, situação muito freqüente em épocas chuvosas. As chuvas nos últimos 5 dias totalizam entre 1 e 40 mm, conforme descrito em TUCCI (2.000).

No caso da condição I - Solos Secos, onde as chuvas nos últimos dias não ultrapassam 1 mm, favorecem a segurança na necessitando de estudos mais específicos;

Já no caso da Condição III - Solo ÚMIDO (próximo da saturação), quando as chuvas nos últimos dias foram superiores a 40 mm e as condições meteorológicas são desfavoráveis a altas taxas de evaporação, são recomendados a elaboração de estudos específicos de análise de probabilidade de falhas do sistema admitindo situações mais críticas, de maneira a propor formas de prevenção e controle da ocorrência de colapsos no sistema.

4.5.4 AMORTECIMENTO EM RIOS E RESERVATÓRIOS

O amortecimento em rios e canais foi considerado através das rotinas existentes no Modelo CABO - Sistema Automático de Análise de Bacias Complexas, versão 2.02, (FCTH, 1999), as quais possibilitam a introdução destes parâmetros, através dos modelos descritos a seguir.

No caso do amortecimento em canais no modelo *Cabc* o amortecimento de ondas de cheia em canais é feito pelo método de Muskingum, que admite uma relação linear entre volumes armazenados em um trecho de rio e as vazões de entrada e saída neste trecho.

O valor de $X = 0$ provoca o maior amortecimento possível em um determinado trecho, e corresponde a uma "condição de reservatório". Para $X = 0.5$ não se observa amortecimento mas apenas uma translação do Hidrograma de um tempo K . Rios naturais geralmente apresentam valores de X na faixa de 0,1 a 0,35. (FCTH, 1999).

Para a realização das simulações do presente trabalho, considerou-se pelo Método de Muskingum o coeficiente de amortecimento $X=0,30$ para os cenários simulados..

O método para o cálculo do amortecimento em reservatórios utilizado no modelo CABO é baseado nas tabelas cota x volume e cota x descarga. Este método é fundamentado pela equação da continuidade.

Foram definidos três cenários para a realização das simulações hidrológicas da bacia, visando a comparação das formas dos hidrogramas, volumes escoados e vazões de pico para diferentes situações.

4.5.5 SIMULAÇÕES HIDROLÓGICAS

Foram definidos três cenários para a realização das simulações hidrológicas da bacia, visando a comparação das formas dos hidrogramas, volumes escoados e vazões de pico para diferentes situações.

Dessa forma, foram considerados três cenários:

4.5.5.1 CENÁRIO A: SITUAÇÃO ORIGINAL DA BACIA

Em sua situação original, a bacia do Ribeirão das Pedras apresentava cobertura vegetal classificada como Mata Mesófila Semidecídua, conforme relatam MORELLATO et al. coord.(1995), e SANTIN (1.999). Do ponto de vista hidrológico, de acordo com o publicado em TUCCI, (2000) o uso do solo estaria enquadrado como Florestas densas com alta transpiração.

Dessa forma, conforme TUCCI (2000), considerando o grupo hidrológico do solo C e condição média de umidade antecedente, teremos que:

$$\text{CN}_{\text{cenário A}} = 62$$

4.5.5.2 CENÁRIO B: URBANIZAÇÃO COMPLETA DA BACIA NOS MOLDES ATUAIS

Em uma situação de urbanização completa, projetou-se uma taxa de impermeabilização total de 85% da área da bacia, o que conforme proposto por McCUEN (1982) e GENOVEZ (1993), corresponde a áreas comerciais, o que considerando o grupo hidrológico do solo C e condição média de umidade antecedente, teremos que:

$$\text{CN}_{\text{cenário B}} = 94$$

4.5.5.3 CENÁRIO C: URBANIZAÇÃO COMPLETA DA BACIA COM A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE BACIAS DE DETENÇÃO NAS PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO

Da mesma maneira que para o cenário B, de urbanização completa, projetou-se uma taxa de impermeabilização total de 85% da área da bacia, o que conforme proposto por McCUEN (1982) citado em GENOVEZ (1993), corresponde a áreas comerciais, o que considerando o grupo hidrológico do solo C e condição média de umidade antecedente, teremos que:

$$CN_{\text{cenário C}} = 94$$

Entretanto, no cenário C foram introduzidos reservatórios, a fim de avaliar o desempenho da função das bacias de retenção implantadas nas planícies de inundação no amortecimento da onda de cheia. Os critérios para determinação dos reservatórios são descritos a seguir.

É importante ressaltar que sendo o objetivo do presente trabalho a proposição de metodologia que permita a inclusão da variável hidrológica no planejamento da expansão urbana, com base em mapeamentos na escala 1:10.000, as fases de determinação de áreas e volumes, bem como o dimensionamento das estruturas hidráulicas de controle de vazão e extravasadores não procurou um aprofundamento de técnicas e levantamentos, buscando somente parâmetros para viabilizar estimativas iniciais para realização das simulações hidrológicas.

No caso de etapas mais avançadas, como no caso da implantação efetiva das bacias, deverá ser considerado a elaboração de projetos específicos que irão fornecer dados mais precisos com relação às áreas e volumes, bem como projetos hidráulicos compatíveis com a necessidade em cada uma das bacias de retenção, tendo por base, entretanto, as estimativas preliminares aqui apresentadas.

4.5.5.3.1 LOCALIZAÇÃO, ÁREAS E VOLUMES DAS BACIAS DE DETENÇÃO (CURVA COTA-VOLUME)

A definição dos locais de implantação do sistema de bacias de retenção foi elaborada através de fotografias aéreas e visitas de campo, sendo localizadas em cada trecho de planície de inundação ainda não ocupado (e, portanto, onde há viabilidade ainda da implantação das bacias sem a necessidade de remoção de estruturas urbanas tais como edificações e sistema viário). Definiu-se como área mínima no entorno de 5.000,00m², de maneira a garantir um valor mínimo de capacidade de armazenamento na bacia.

Os trabalhos de campo e de foto-interpretção identificaram os pontos que apresentavam planícies de inundação significativas, caracterizadas por áreas com a predominância da espécie vegetal 'taboa' (*Tipha domingensis*) e áreas planas situadas ao longo das margens dos cursos d'água.

Também foram considerados lagoas ou açudes existentes, desde que com áreas superiores a 20.000,00m².

A estimativa da área de cada bacia de retenção foi elaborada através de sua demarcação aproximada na base cartográfica do IGC 1:10.000, estimando-se sua área por meio do software gráfico AUTOCAD 2000.

Sempre que possível o eixo do barramento que irá formar a bacia de retenção foi localizado no ponto de inflexão de uma curva de nível (que possui equidistância de 5,00 metros no mapeamento), sendo que a área resultante foi estimada calculando-se a área que ficou confinada entre o barramento e a primeira curva de nível superior. Neste caso, considera-se que a bacia de retenção terá altura máxima de 5,00 metros.

Quando a largura da planície não permitir que a área alagada englobe duas curvas de nível subsequentes, considerou-se uma área aproximada conforme provável desenho do espelho d'água, adotando-se então a altura máxima da bacia de retenção de 2,50 metros.

No caso das lagoas existentes, considerou-se a lâmina máxima, para fins do cálculo do volume de espera, de 1,00 metro de altura, salvo na bacia implantada no Parque Dom Pedro Shopping, para a qual foi adotada a altura de 2,90m de acordo com o projeto lá implantado.

Tendo um valor estimado de área e altura máxima de cada bacia de detenção, falta finalmente a estimativa da capacidade. A capacidade ou volume de cada bacia de detenção foi estimado com a utilização de um **fator α** , que representa a proporção do volume de água possível de ser armazenado em comparação com o volume máximo numa condição de 'piscina', onde o volume é dado pela multiplicação da área alagada pela altura. Neste caso, o **fator α** representaria a condição de piscina, onde $V = A \cdot h$. No caso de **fator $\alpha = 0,3$** , significa que caso a bacia tivesse área de $10.000,00\text{m}^2$ e altura máxima de 1,00 metro, a capacidade de volume desta bacia seria $V=3.000,00\text{m}^3$.

Dessa forma, a fórmula para a estimativa do volume de cada bacia de detenção é dada por:

$$V (\text{m}^3) = \alpha \cdot A (\text{m}^2) \cdot h (\text{m})$$

Onde

V = Volume de espera das bacias de detenção, em m^3 ;

A = Área inundada na altura máxima, em m^2 ;

h = altura máxima da bacia de detenção, em m.

Logicamente, o cálculo de volume de cada bacia de detenção para ser preciso dependeria da realização de levantamentos topográficos das áreas destinadas a abrigá-las. Entretanto, como o objetivo desta metodologia é o dimensionamento preliminar de um sistema de bacias de detenção, a adoção de um parâmetro como o **fator α** apesar de poder ser considerado uma simplificação, possibilita a adoção de um critério para a estimativa inicial.

A análise de projetos de barramentos elaborados no Município de Campinas, com alturas máximas próximas a 5,00 metros, permitiu avaliar que **fator α** situa-se geralmente na faixa entre 0,3 e 0,5, dependendo das características topográficas das planícies de inundação situadas a montante. Para efeito deste trabalho será adotado o **fator $\alpha = 0,4$** .

Para a determinação da curva cota-volume, considerou-se para o caso onde a altura máxima da bacia fosse de 5,00 metros, que nos dois primeiros metros a água ainda estaria

confinada no canal (leito menor), e que os ganhos em volume mais significativos seriam alcançados após o terceiro metro, quando as águas se distribuiriam por toda a planície de inundação, ocupando áreas mais amplas. Dessa forma, a curva cota-volume seguiu a seguinte proporção, demonstrada nos Quadros 9 e 10:

Altura h (m)	Porcentagem da capacidade máxima
1	4%
2	10%
3	30%
4	60%
5	100%

Quadro 9: Curva cota-volume para bacias de detenção com altura máxima h=5,00 metros.

Altura h (m)	Porcentagem da capacidade máxima
1	22%
2	55%
2,50	100%

Quadro 10: Curva cota-volume para bacias de detenção com altura máxima h=2,50 metros.

4.5.5.3.2 ESTRUTURAS HIDRÁULICAS DE CONTROLE DE VAZÃO E EXTRAVAZADORES (CURVA COTA-VAZÃO)

Para a determinação da vazão máxima de operação para dimensionamento das estruturas hidráulicas de controle de vazão e extravazadores das bacias de detenção, adotou-se o valor da vazão para o período de retorno de 100 anos no cenário A, ou seja, nas condições originais da bacia. Logicamente, tal dimensionamento não contempla as estruturas necessárias para situações mais críticas, que merecem atenção especial no caso da elaboração de estudos de probabilidade de falhas do sistema, quando devem ser definidos critérios de segurança tais como vertedouros de emergência, revestimento de taludes, etc.

Para a determinação da curva cota-vazão das estruturas de controle de vazão ou extravazadores das bacias de detenção adotou-se como padrão um vertedouro retangular de concreto com parede delgada, por ser uma estrutura teoricamente mais simples e barata de ser executada. Entretanto, a partir dos dados da curva cota-vazão, um projeto específico pode ser elaborado visando a definição das características finais destas estruturas, não sendo escopo deste trabalho uma discussão mais aprofundada a respeito do dimensionamento de estruturas hidráulicas tais como vertedouros, canais ou orifícios.

Dessa forma, a curva cota vazão foi elaborada por meio da equação proposta por FRANCIS (1905), apresentada em PORTO (2001) e AZEVEDO NETO (1998):

$$Q = 1,838 \cdot L \cdot h^{3/2}$$

Onde

Q = Vazão máxima em m³/s;

L = Largura de base do vertedouro retangular em metros;

h = altura da lâmina d'água em metros.

Conforme descreve PORTO (2001), tal equação, ainda que leve a valores aproximados, mas suficientes para resolver muitos problemas de hidráulica pela sua simplicidade, é a expressão mais utilizada na prática. Ressalta-se que tal equação está sujeita a $0,25 < h < 0,80\text{m}$, $P > 0,30$ e $P/h > 3,5$, não atendidos na presente aplicação, ressaltando-se a sua utilização apenas como parâmetro para determinação da curva cota-vazão e a necessidade de detalhamentos nos projetos hidráulicos executivos para obtenção das vazões esperadas.

4.5.5.4 CENÁRIO D: REVISÃO DAS TAXAS DE PERMEABILIDADE DO SOLO

No cenário D foram reavaliadas as taxas de permeabilidade mínimas do solo, resultando em valor do Curve Number (CN) resultante para cada sub-bacia, de maneira a avaliar a resposta da simulação para a determinação de critérios mais exigentes na legislação de uso do solo, visando a aproximação dos valores de vazão de pico para a condição urbanizada nos patamares dos valores obtidos para a situação original da bacia (cenário A).

Desta forma, para o cenário D de urbanização completa, projetou-se uma taxa de impermeabilização total de 65% da área da bacia, o que, conforme proposto por McCUEN (1982) citado em GENOVEZ (1993) e em TUCCI (2.000), corresponde a áreas de zonas residenciais com lotes menores de 500,00m², o que considerando o grupo hidrológico do solo C e condição média de umidade antecedente, e que as área permeáveis serão reflorestadas ou arborizadas, teremos que:

$$\mathbf{CN_{cenário D} = 83}$$

No cenário D foram mantidos os reservatórios nas condições especificadas para o Cenário C.

4.6 MAPEAMENTO DOS GEOAMBIENTES E MODELO DE REFLORESTAMENTO

O mapeamento dos geoambientes foi elaborado através da fotointerpretação de fotografias aéreas elaboradas pela Base Aerofotogrametria, Obra O-741, a partir de sobrevôo realizado em 30/06/2001, na escala 1:15.000. Com o auxílio de um Estereoscópio de bolso Zeiss e de um Estereoscópio de espelho Zeiss e vistorias de campo, foram identificados os diferentes geoambientes, delimitando-os na fotografia aérea, sendo posteriormente transferidos para a base cartográfica georeferenciada do trabalho, permitindo a quantificação através de software gráfico. Os geoambientes identificados correspondem aos verificados no trabalho de OLIVEIRA (1997).

A partir do mapeamento dos geoambientes, adotou-se o modelo de reflorestamento utilizado em OLIVEIRA & PEREZ FILHO (1993), OLIVEIRA & PEREZ FILHO (1994) e OLIVEIRA (1997).

As espécies indicadas para compor o Parque Linear do Ribeirão das Pedras, conforme indicação pessoal de Dionete Santin, com base no trabalho realizado nos fragmentos florestais remanescentes (SANTIN, 1999), foram então divididas conforme a sua adaptabilidade aos diferentes geoambientes, considerando nestes casos as informações apresentadas em SALVADOR (1987), DURIGAN & NOGUEIRA (1990), LORENZI (1992), CRESTANA (1993), SANTIN (1999), BARBOSA (2001) e na Resolução SMA 21/2001. Com ralação aos aspectos sucessionais, as espécies foram divididas entre pioneiras e não pioneiras, conforme publicado na Resolução SMA 21/2001.

Dessa forma, as espécies indicadas para compor o reflorestamento ciliar foram divididas em grupos que consideram as suas formações vegetais características (e, portanto, sua adaptabilidade aos geoambientes) e sua característica sucessional, possibilitando o planejamento da restauração.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 QUANTIFICAÇÃO E ANÁLISE COMPARATIVA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO

Realizada a delimitação das APP's - Áreas de Preservação Permanente (Figura 8) e das PI's - Planícies de Inundação (Figura 9) na bacia do Ribeirão das Pedras, obteve-se a situação demonstrada na Figura 10, onde estão sobrepostas as APP's e PI's.

Como resultado, calculou-se em 333,70ha a área total ocupada por Planícies de Inundação, o que corresponde a 11,22% da área total da bacia, que é de 2.974,59ha. Com relação às Áreas de Preservação Permanente, as mesmas incidem sobre 302,88ha, o que corresponde a 10,18% da área total da bacia do Ribeirão das Pedras.

Deve-se destacar que no caso da locação das Áreas de Preservação Permanente, foi adotado o critério baseado na drenagem intermitente indicada pelo mapeamento do IGC, onde muitas vezes na prática não ocorrem fisicamente as nascentes ou olhos d'água, não possibilitando, portanto, a incidência da APP do ponto de vista da legislação. Dessa forma, observa-se através do mapeamento, que as APP's locadas com base na drenagem intermitente do IGC propiciam uma melhor proteção nas cabeceiras de drenagem, enquanto que na maior parte das áreas situadas ao longo dos cursos d'água da bacia as APP's são insuficientes para a proteção integral das Planícies de Inundação.

Conclui-se que a locação das APP's com base no mapeamento do IGC não garante a proteção das planícies de inundação, possibilitando a ocupação urbana de áreas consideradas de risco de inundações temporárias.

Figura 8 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA DO RIBEIRÃO DAS PEDRAS com base no mapeamento do IGC (1979) 1:10.000

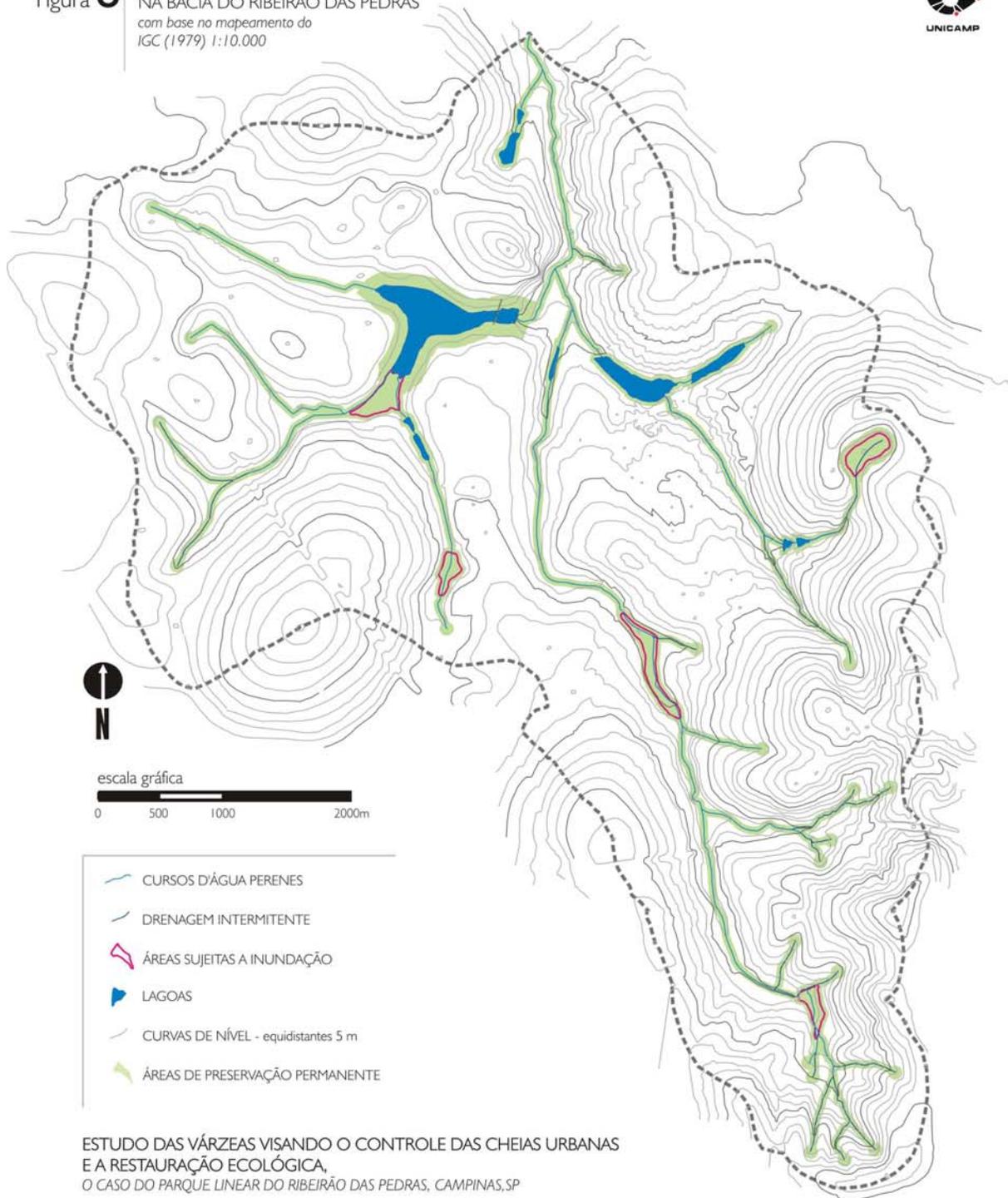


Figura 9 DELIMITAÇÃO DAS PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO
NA BACIA DO RIBEIRÃO DAS PEDRAS
com base nas fotos aéreas de 1995
1:5.000

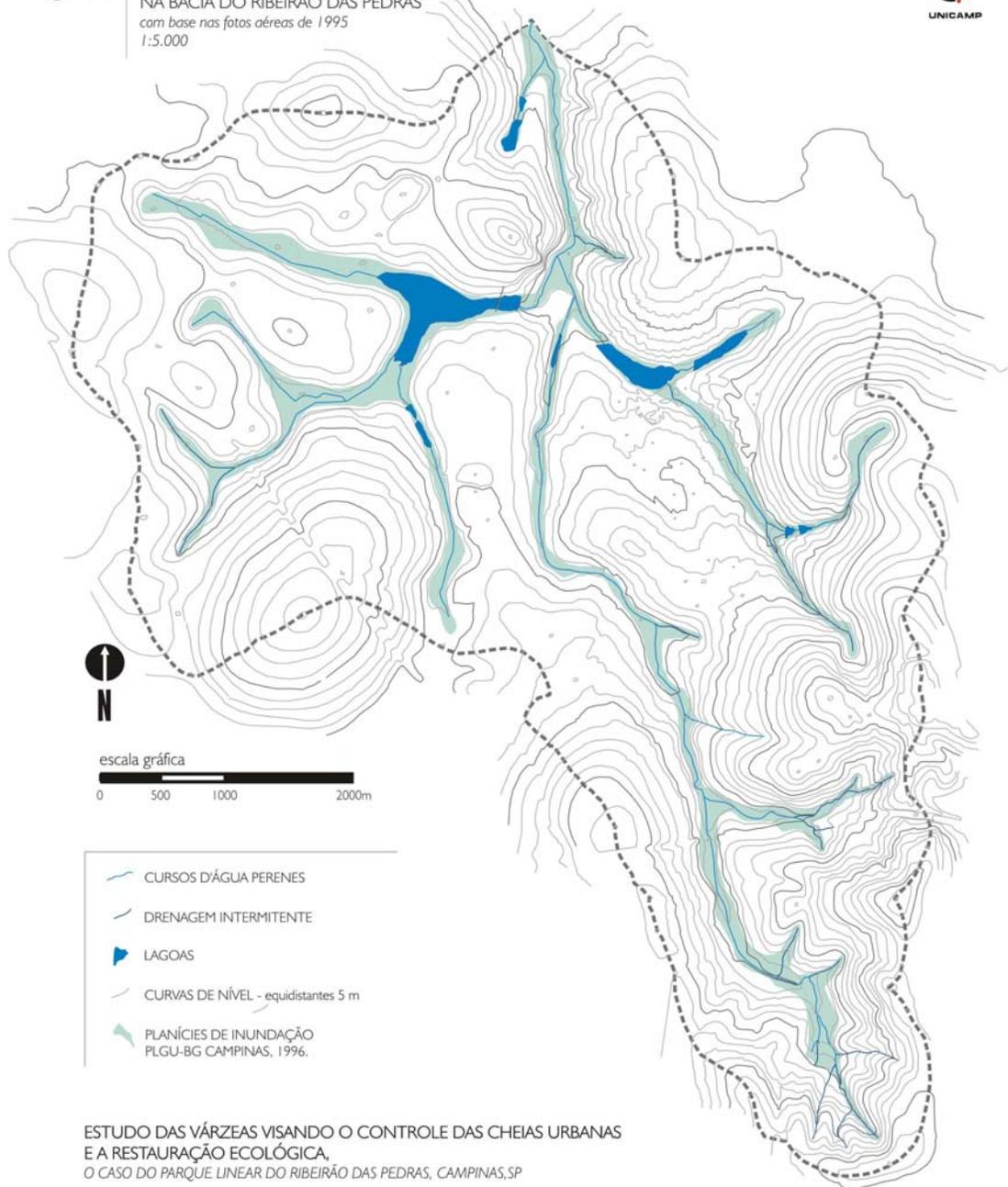
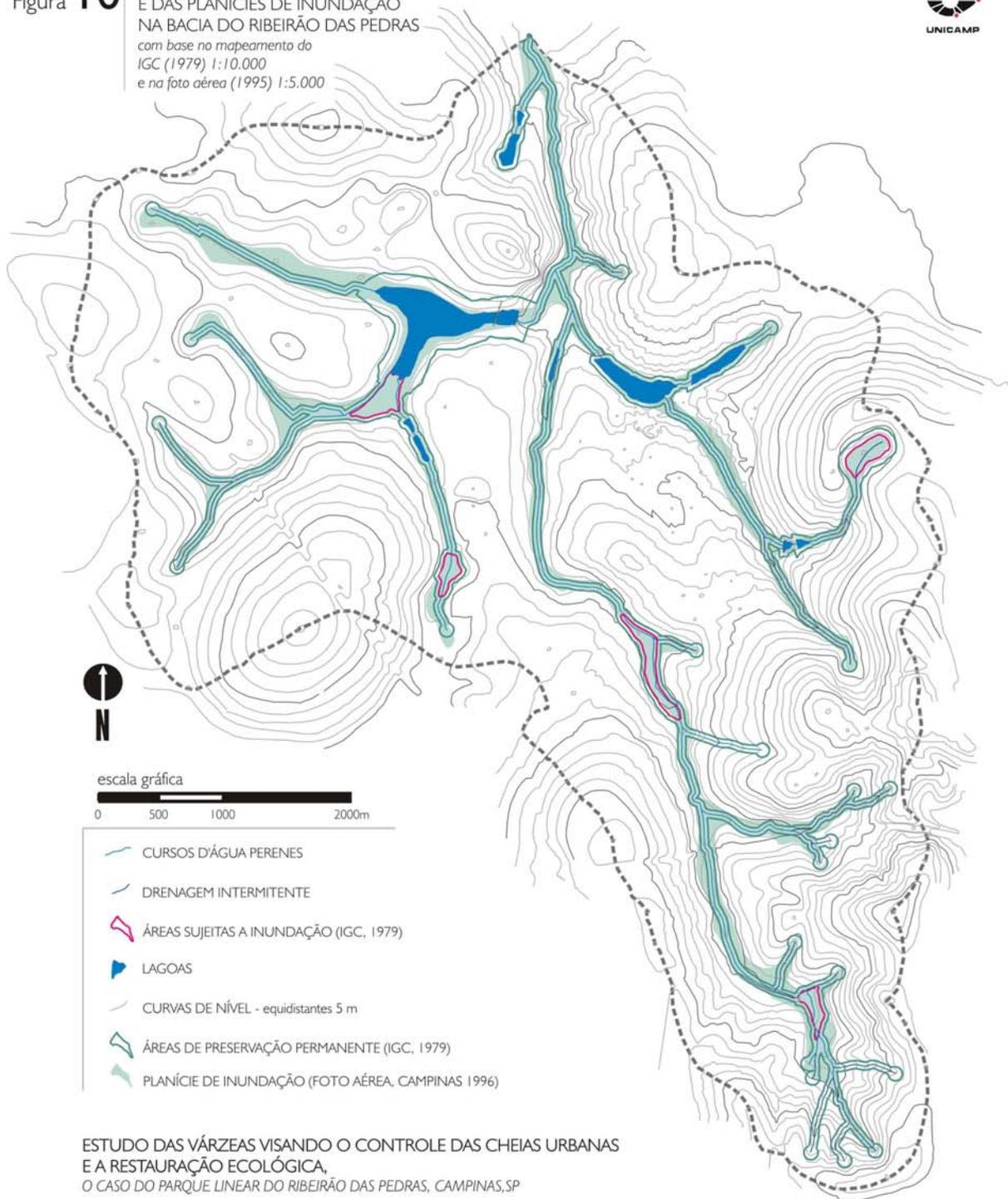


Figura 10 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E DAS PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO NA BACIA DO RIBEIRÃO DAS PEDRAS com base no mapeamento do IGC (1979) 1:10.000 e na foto aérea (1995) 1:5.000



5.2 CONTROLE DE CHEIAS URBANAS NAS VÁRZEAS

5.2.1 LOCALIZAÇÃO, ÁREAS E VOLUMES DAS BACIAS DE DETENÇÃO.

Aplicando a metodologia descrita no item 4.5.5.3.1 identificou-se 19 trechos da várzea aptos a abrigar as bacias de detenção, conforme descrito na Tabela 5.2.1.1 e demonstrado na Figura 8.

BACIA	LOCAL	BACIA DE CONTRIBUIÇÃO (ha)	ÁREA (m ²)	ALTURA (m)	VOLUME (m ³)
1	1B	137,10	26.923,29	2,50	26.923,29
2	1C	194,30	19.916,12	3,00	65.765,99
3	1D	359,80	35.195,32	5,00	70.390,63
4	E4	48,60	5.126,06	2,50	5.126,06
5	PQ.UNI	114,30	15.904,31	5,00	31.808,62
6	JUS_TR	116,10	10.902,91	2,50	10.902,91
7	SGEN_1	524,70	47.762,55	5,00	95.525,09
8	SGEN_2	806,20	103.259,73	2,50	103.259,73
9	C_MED	156,30	27.309,03	1,00	27.309,03
10	CID_UNI	600,40	79.362,65	1,00	79.362,65
11	CAB_3	46,70	18.905,90	5,00	37.811,79
12	M_UNI_1	60,60	4.666,56	5,00	9.333,11
13	M_UNI_2	83,20	5.230,48	5,00	10.460,96
14	CAB_2	40,50	52.381,76	2,50	52.381,76
15	UNI	297,30	37.043,42	5,00	74.086,85
16	REAL_PQ	223,10	65.627,79	2,50	65.627,79
17	CAB_1	84,70	52.417,76	2,50	52.417,76
18	STA_IZA	456,70	120.768,94	2,50	120.768,94
19	RIO_PED	1.061,00	240.496,60	1,00	240.496,60
	TOTAL		969.201,2		1.179.759,6

Tabela 11: Bacias de detenção projetadas para microbacia do Ribeirão das Pedras, em Campinas, SP, indicando sua bacia de contribuição, área inundada, altura máxima e volume total de espera.

BACIA	LOCAL	LOCALIZAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
1	1B	Situada no trecho 1B do Parque Linear do Ribeirão das Pedras, próximo da Vila Miguel Vicente Cury.	Área reflorestada no âmbito do parque linear. Vegetação deverá ser integralmente preservada, alagando-se periodicamente. Necessita da implantação de barragem de terra e vertedouro.
2	1C	Lagoa do Parque Dom Pedro Shopping, Situada no trecho 1C do Parque Linear do Ribeirão das Pedras.	Bacia de detenção já implantada com o objetivo de compensar a impermeabilização. Recomenda-se o desassoreamento periódico e revestimento do talude de jusante.
3	1D	Situada no trecho 1D do Parque Linear do Ribeirão das Pedras, próximo do Jardim Santo Genebra, e limitada pela Rodovia D. Pedro I.	Área reflorestada no âmbito do parque linear. Vegetação deverá ser integralmente preservada, alagando-se periodicamente. Necessita da implantação de vertedouro, já que a barragem é constituída pela própria Rod. D. Pedro I.
4	E4	Área brejosa assoreada situada entre à Mata do Boi Falo e a Rodovia D. Pedro I.	Recomenda-se o desassoreamento da área para a formação de lagoa, visando aspecto paisagístico e atratividade à fauna silvestre.
5	PQ.UNI	Área brejosa assoreada situada entre o Parque das Universidades e o trevo de acesso ao Parque Dom Pedro Shopping.	Recomenda-se o desassoreamento da área para a formação de lagoa, visando aspecto paisagístico.
6	JUS TR	Área brejosa assoreada situada à jusante do trevo de acesso ao Parque Dom Pedro Shopping.	Recomenda-se o desassoreamento da área para a formação de lagoa, visando aspecto paisagístico.
7	SGEN 1	Situada na confluência do córrego proveniente do Parque das Universidades com o Ribeirão das Pedras, à jusante da Rodovia D. Pedro I	Área com vegetação em regeneração, pastos e brejos. Recomenda-se para compor área verde integrada com a vegetação arbórea, a ser enriquecida.
8	SGEN 2	Área brejosa situada no Ribeirão das Pedras, na antiga Fazenda Santa Genebra, à montante da Avenida Romeu Tórtima.	Área de fundamental importância no controle de cheias e proteção da biodiversidade. Apresenta vegetação típica brejosa em regeneração, integrando-se com a Mata Santa Genebrinha. Vegetação deverá ser integralmente preservada.
9	C MED	Lagoa situada junto ao Centro Médico e Hotel FUNCAMP.	Lagoa existente, devendo-se adequar o vertedouro para desempenho da função de bacia de detenção.
10	CID UNI	Lagoa situada no Parque Ecológico Hermógenes Freitas Leitão Filho, a lagoa da UNICAMP.	Lagoa existente, devendo-se adequar o vertedouro para desempenho da função de bacia de detenção.
11	CAB 3	Situada entre a UNICAMP e PUCCAMP, na Fazenda Anhumas.	Cabeceira de drenagem na forma de 'vereda', deve ser reflorestada e necessita da implantação de barragem de terra e vertedouro.
12	M UNI 1	Situada entre a UNICAMP e PUCCAMP, na Fazenda Anhumas.	Deve ser reflorestada e necessita da implantação de barragem de terra e vertedouro.
13	M UNI 2	Situada entre a UNICAMP e PUCCAMP, na Fazenda Anhumas.	Deve ser reflorestada e necessita da implantação de barragem de terra e vertedouro.
14	CAB 2	Situada junto à estrada que liga a UNICAMP ao CPQd e SP-341	Cabeceira de drenagem na forma de 'vereda', deve ser reflorestada e necessita da implantação de barragem de terra e vertedouro. Remover estrada de terra. Vegetação deverá ser integralmente preservada
15	UNI	Área situada atrás do Centro de Tecnologia da UNICAMP.	Área importante em conjunto com as B.D's 11, 12,13 e 14, pois os trechos do córrego a jusante encontram-se em canalização fechada (tubulados). Área já reflorestada, sendo que a vegetação deverá ser integralmente preservada.
16	REAL PQ	Área brejosa assoreada situada entre a Mata de Santa Genebra e Rod. Campinas Paulínia.	Necessita da implantação de vertedouro, já que a barragem é constituída pela própria Rod. Campinas Paulínia. Deve ser desassoreada e reflorestada.
17	CAB 1	Cabeceira de drenagem situada na Fazenda Rio das Pedras.	Cabeceira de drenagem na forma de 'vereda', deve ser reflorestada e necessita da implantação de barragem de terra e vertedouro.
18	STA IZA	Situada na Fazenda Rio das Pedras, próximo ao bairro Vila Santa Izabel.	Deve ser reflorestada e necessita da implantação de barragem de terra e vertedouro.
19	RIO PED	Lagoa existente na Fazenda Rio das Pedras	Área de excepcional valor paisagístico, espelho d'água de grandes dimensões com margens densamente arborizadas. devendo-se apenas adequar o vertedouro.

Quadro 12: Bacias de detenção projetadas para microbacia do Ribeirão das Pedras.

Conforme pode ser observado, há a necessidade de implantação de 19 bacias de retenção, as quais representam um total de 96,92 ha de área alagada, correspondendo a 3,29% da área total da bacia do Ribeirão das Pedras. Com relação à área total da planície de inundação, as áreas destinadas a abrigar as bacias de retenção representam 29%.

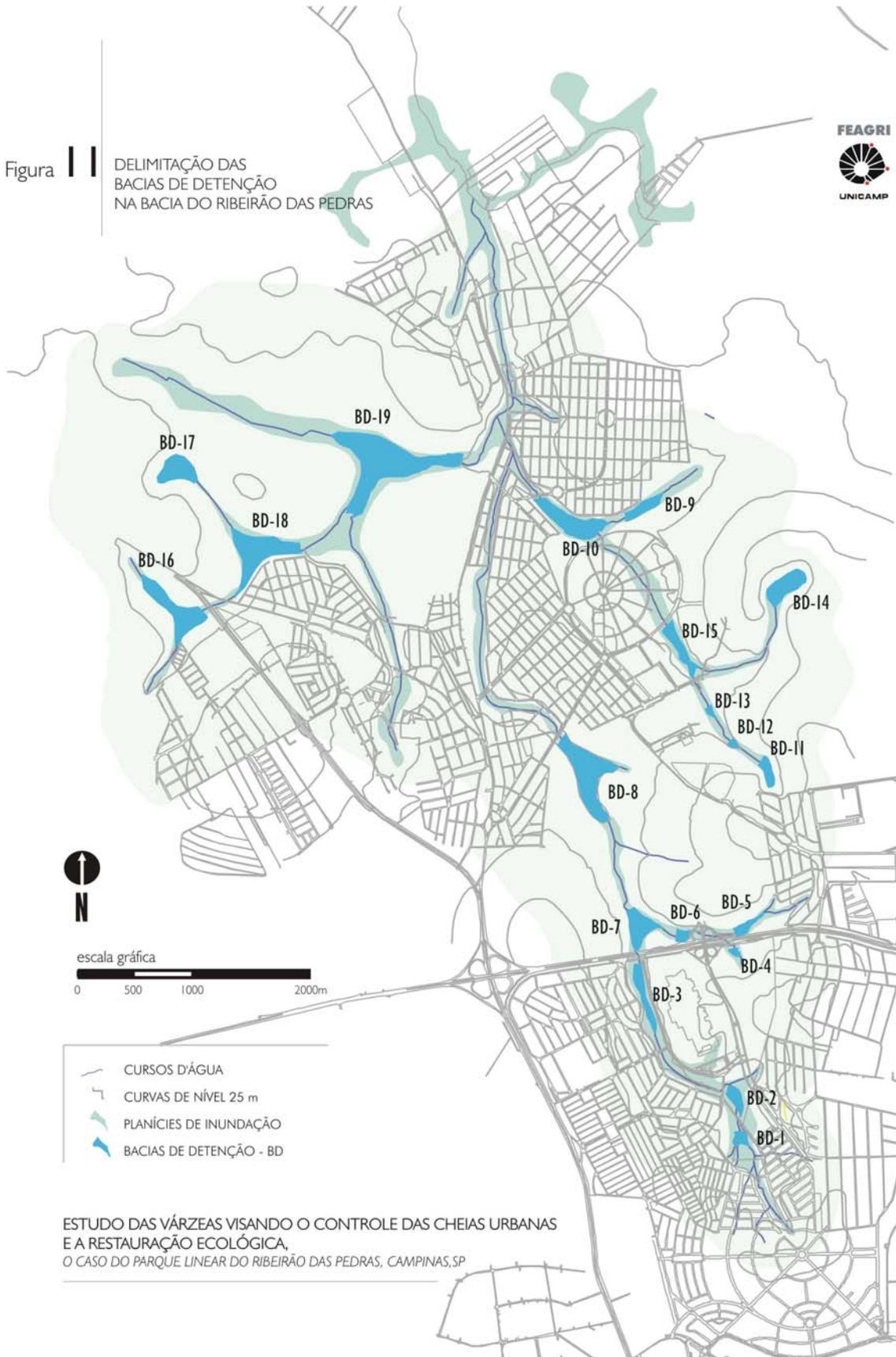
O volume total de retenção contando as 19 bacias de retenção atinge 1.179.760m³, o qual se igualmente distribuído pela área alagada representa uma lâmina média de 1,22 metro. Considerando a área total da planície de inundação, o volume total de retenção, se igualmente distribuído, representa uma lâmina média de 0,35 metro.

5.2.2 ESTRUTURAS HIDRÁULICAS DE CONTROLE DE VAZÃO E EXTRAVAZADORES (CURVA COTA-VAZÃO e CURVA COTA-VOLUME)

As curvas cota-volume e cota-vazão foram definidas conforme critérios indicados no item 4.5.5.3.1, sendo introduzidas nas simulações hidrológicas dos cenários C e D, estando apresentados os resultados nas tabelas 13 e 14.

Figura 1

DELIMITAÇÃO DAS
BACIAS DE DETENÇÃO
NA BACIA DO RIBEIRÃO DAS PEDRAS



ESTUDO DAS VÁRZEAS VISANDO O CONTROLE DAS CHEIAS URBANAS
E A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA,
O CASO DO PARQUE LINEAR DO RIBEIRÃO DAS PEDRAS, CAMPINAS, SP

BACIA	VOLUME (m ³)	Qmax (m ³ /s)	L (m)	volumen (m ³) em função da altura em (m)						
				1	2	2,5	3	4	5	
1	26.923,29	8,51	1,17	5.923,12	14.807,81	26.923,29				
2	65.765,99	10,75	0,90	20.060,60	41.073,29	65.765,99				
3	70.390,63	12,71	0,62	2.815,63	7.039,06	12.670,31	21.117,19	42.234,38	70.390,63	
4	5.126,06	3,75	0,52	1.127,73	2.819,33	5.126,06				
5	31.808,62	4,11	0,20	1.272,34	3.180,86	5.725,55	9.542,59	19.085,17	31.808,62	
6	10.902,91	7,07	0,97	2.398,64	5.996,60	10.902,91				
7	95.525,09	16,99	0,83	3.821,00	9.552,51	17.194,52	28.657,53	57.315,06	95.525,09	
8	103.259,73	15,75	2,17	22.717,14	56.792,85	103.259,73				
9	27.309,03	9,57	5,21	27.309,03						
10	79.362,65	15,40	8,38	79.362,65						
11	37.811,79	3,60	0,18	1.512,47	3.781,18	6.806,12	11.343,54	22.687,08	37.811,79	
12	9.333,11	3,97	0,19	373,32	933,31	1.679,96	2.799,93	5.599,87	9.333,11	
13	10.460,96	4,56	0,22	418,44	1.046,10	1.882,97	3.138,29	6.276,58	10.460,96	
14	52.381,76	3,10	0,43	11.523,99	28.809,97	52.381,76				
15	74.086,85	10,77	0,52	2.963,47	7.408,68	13.335,63	22.226,05	44.452,11	74.086,85	
16	65.627,79	12,90	1,78	14.438,11	36.095,28	65.627,79				
17	52.417,76	2,70	0,37	11.531,91	28.829,77	52.417,76				
18	120.768,94	15,86	2,18	26.569,17	66.422,92	120.768,94				
19	240.496,60	25,53	13,89	240.496,60						
TOTAL	1.179.759,57									

Tabela 13: Bacias de detenção projetadas para microbacia do Ribeirão das Pedras, vazão máxima na seção de controle (considerando o Cenário A), largura do vertedouro e curva cota-volume do reservatório.

BACIA	VOLUME (m ³)	Qmax (m ³ /s)	L (m)	vazão (m ³ /s) em função da altura em (m)						
				1	2	2,5	3	4	5	
1	26.923,29	8,51	1,17	2,15	6,09	8,51				
2	65.765,99	10,75	0,90	1,47	3,64	10,80				
3	70.390,63	12,71	0,62	1,14	3,22	4,49	5,91	9,09	12,71	
4	5.126,06	3,75	0,52	0,95	2,68	3,75				
5	31.808,62	4,11	0,20	0,37	1,04	1,45	1,91	2,94	4,11	
6	10.902,91	7,07	0,97	1,79	5,06	7,07				
7	95.525,09	16,99	0,83	1,52	4,30	6,01	7,90	12,16	16,99	
8	103.259,73	15,75	2,17	3,98	11,27	15,75				
9	27.309,03	9,57	5,21	9,57						
10	79.362,65	15,40	8,38	15,40						
11	37.811,79	3,60	0,18	0,32	0,91	1,27	1,67	2,58	3,60	
12	9.333,11	3,97	0,19	0,36	1,00	1,40	1,85	2,84	3,97	
13	10.460,96	4,56	0,22	0,41	1,15	1,61	2,12	3,26	4,56	
14	52.381,76	3,10	0,43	0,78	2,22	3,10				
15	74.086,85	10,77	0,52	0,96	2,72	3,81	5,01	7,71	10,77	
16	65.627,79	12,90	1,78	3,26	9,23	12,90				
17	52.417,76	2,70	0,37	0,68	1,93	2,70				
18	120.768,94	15,86	2,18	4,01	11,35	15,86				
19	240.496,60	25,53	13,89	25,53						
TOTAL	1.179.759,6									

Tabela 14: Bacias de detenção projetadas para microbacia do Ribeirão das Pedras, vazão máxima na seção de controle (considerando o Cenário A), largura do vertedouro e curva cota-vazão do reservatório.

5.2.3. SIMULAÇÕES HIDROLÓGICAS

As simulações hidrológicas foram realizadas com a utilização do modelo Cabc, conforme descrito no capítulo 4.3. O Tempo de Retorno da precipitação adotado foi de $T_r=100$ anos, utilizando-se a equação i-d-f, proposta por VIEIRA (1981) para o Município de Campinas. Foram simulados 4 cenários, descritos a seguir:

Cenário A: SITUAÇÃO ORIGINAL DE COBERTURA VEGETAL, classificada como Mata Mesófila Semidecídua. Do ponto de vista hidrológico, de acordo com o publicado em TUCCI, (2000) o uso do solo estaria enquadrado como Florestas densas com alta transpiração. Considerando o grupo hidrológico do solo C e condição média de umidade antecedente, temos $CN_{\text{cenário A}} = 62$.

Cenário B: URBANIZAÇÃO COMPLETA DA BACIA NOS MOLDES ATUAIS, projetando-se uma taxa de impermeabilização total de 85% da área da bacia, o que considerando o grupo hidrológico do solo C e condição média de umidade antecedente, temos que $CN_{\text{cenário B}} = 94$.

Cenário C: URBANIZAÇÃO COMPLETA DA BACIA COM A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE BACIAS DE DETENÇÃO NAS PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO. Da mesma maneira que para o cenário B, de urbanização completa, projetou-se uma taxa de impermeabilização total de 85% da área da bacia, o que considerando o grupo hidrológico do solo C e condição média de umidade antecedente, temos que $CN_{\text{cenário C}} = 94$. Foi considerada a implantação do sistema de bacias de retenção sendo simulado seu efeito através do amortecimento em reservatórios do modelo Cabc.

Cenário D: URBANIZAÇÃO COMPLETA DA BACIA COM A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE BACIAS DE DETENÇÃO NAS PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO E CONTROLE DA TAXA DE IMPERMEABILIZAÇÃO ATÉ O MÁXIMO DE 65%. Para simular os efeitos do controle de taxas de impermeabilização máximas na bacia, adotando-se o limite de 65%, o que considerando o grupo hidrológico do solo C e condição média de umidade antecedente e a arborização e reflorestamento das áreas permeáveis, temos que $CN_{\text{cenário D}} = 83$. Foi considerada a implantação do sistema de bacias de retenção sendo simulado seu efeito através do amortecimento em reservatórios do modelo Cabc.

Como resultados, são apresentados os hidrogramas e tabelas com os dados de vazão obtidos nas simulações hidrológicas, para oito seções de controle distribuídas na bacia hidrográfica.

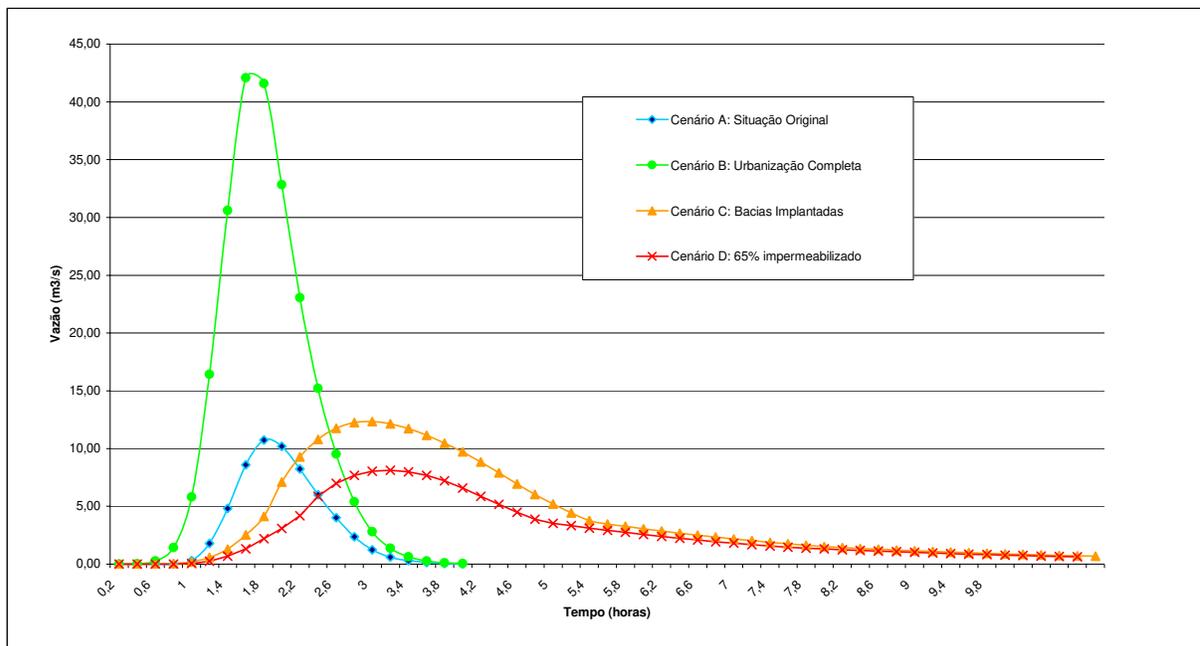


Gráfico 1: Hidrograma gerado para os quatro cenários simulados, para chuva com $Tr=100$ anos pela equação i-d-f proposta por VIEIRA (1981). Seção de Controle: Nó 7: Lagoa Parque Dom Pedro Shopping. Bacia de retenção 2.

Conforme pode ser observado no hidrograma, a vazão na situação original (Cenário A) atinge valores pouco superiores a $10\text{m}^3/\text{s}$, sendo elevada em 290% com o processo de urbanização simulado no Cenário B, atingindo $42\text{m}^3/\text{s}$ (Tabela 15).

Implantando as bacias de retenção 1 e 2, a vazão resultante atinge pouco mais de $12\text{m}^3/\text{s}$, cerca de 15% acima do valor original. Caso se limite a impermeabilização em 65%, conjuntamente com as bacias de retenção (Cenário D), a vazão de pico atingiria $8,12\text{m}^3/\text{s}$, quase 25% inferior ao Cenário A.

Neste caso, deve-se considerar que a bacia de contribuição da bacia de retenção 2 se encontra praticamente com a urbanização consolidada, observando-se usos residenciais, comerciais e institucionais, não sendo possível então a adoção de critério de limite de impermeabilização previsto para o cenário D. Dessa forma, mesmo que a simulação tenha resultado em uma redução de 25% do valor da vazão de pico do cenário D com relação ao Cenário A (original), na prática tal margem possibilitaria a compensação de taxas de impermeabilização superiores já existentes, possibilitando a aproximação dos valores de vazão de pico para os dois cenários comparados.

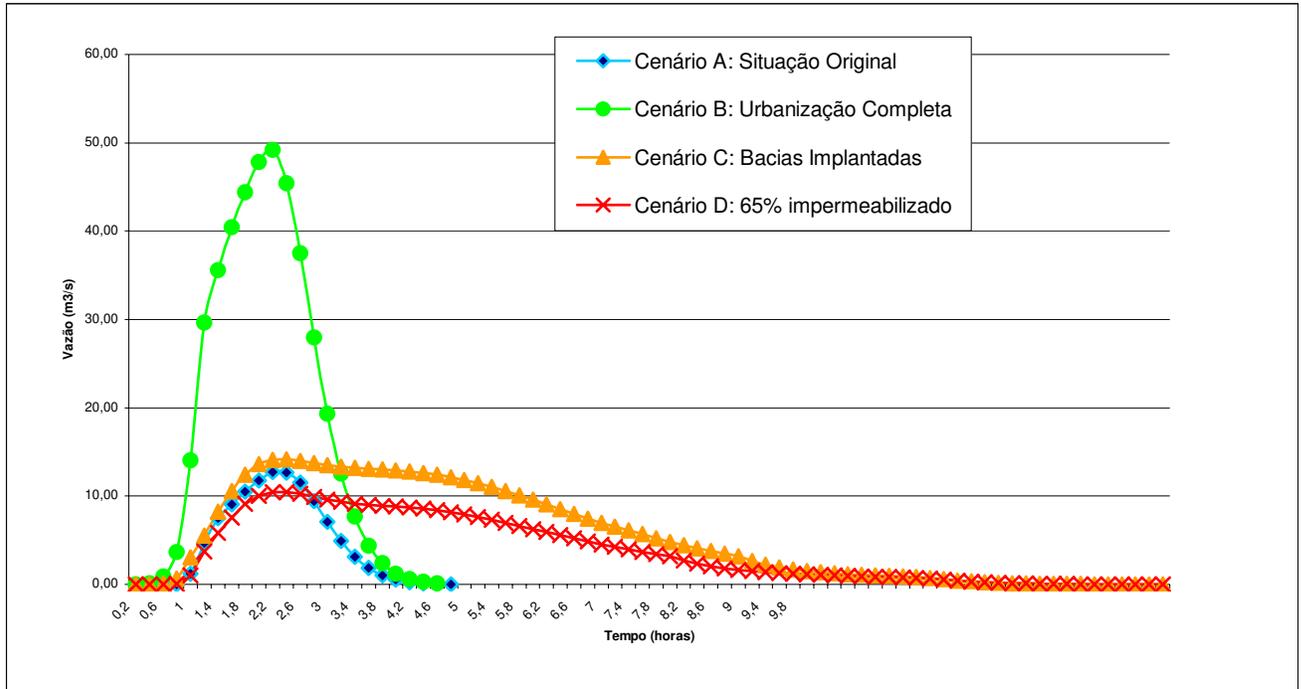


Gráfico 2: Hidrograma gerado para os quatro cenários simulados, para chuva com $T_r=100$ anos pela equação i-d-f proposta por VIEIRA (1981). Bacia de detenção 3. Seção de Controle: Nó 9: Montante da Rod. D. Pedro I.

Conforme pode ser observado no hidrograma, a vazão na situação original (Cenário A) atingia valores pouco superiores a $12\text{m}^3/\text{s}$, sendo elevada para $49\text{m}^3/\text{s}$ com o processo de urbanização simulado no Cenário B (Tabela 16).

Implantando as bacias de detenção 1, 2 e 3 a vazão resultante atinge pouco mais de $14\text{m}^3/\text{s}$, cerca de 11,5% acima do valor original. Caso se limite a impermeabilização em 65%, conjuntamente com as bacias de detenção (Cenário D), a vazão de pico atingiria $10,4\text{m}^3/\text{s}$, quase 18% inferior ao Cenário A.

Da mesma forma que a análise para a bacia de detenção 2, a urbanização consolidada na bacia de contribuição à montante da Rodovia D. Pedro I leva a anulação da redução verificada para o Cenário D, com relação ao Cenário A, tendo em vista taxas de impermeabilização superiores à 65%.

Tempo (h)	Vazões (m ³ /s)			
	Cenário A	Cenário B	Cenário C	Cenário D
0,2	0,00	0,00	0,00	0,00
0,4	0,00	0,03	0,00	0,00
0,6	0,00	0,28	0,01	0,00
0,8	0,00	1,43	0,04	0,00
1	0,30	5,82	0,18	0,05
1,2	1,79	16,44	0,58	0,26
1,4	4,83	30,60	1,30	0,69
1,6	8,60	42,08	2,53	1,31
1,8	10,75	41,59	4,13	2,20
2	10,19	32,83	7,09	3,08
2,2	8,22	23,06	9,27	4,20
2,4	6,01	15,23	10,80	5,85
2,6	4,01	9,52	11,76	6,99
2,8	2,35	5,40	12,24	7,69
3	1,24	2,80	12,34	8,04
3,2	0,62	1,37	12,14	8,12
3,4	0,29	0,62	11,73	7,99
3,6	0,13	0,27	11,15	7,68
3,8	0,06	0,12	10,47	7,20
4	0,02	0,04	9,70	6,58
4,2			8,84	5,87
4,4			7,90	5,17
4,6			6,95	4,50
4,8			6,03	3,88
5			5,19	3,52
5,2			4,44	3,32
5,4			3,78	3,12
5,6			3,47	2,93
5,8			3,27	2,74
6			3,06	2,56
6,2			2,87	2,39
6,4			2,68	2,23
6,6			2,50	2,08
6,8			2,33	1,94
7			2,17	1,81
7,2			2,02	1,68
7,4			1,88	1,56
7,6			1,75	1,46
7,8			1,63	1,38
8			1,51	1,31
8,2			1,42	1,25
8,4			1,35	1,18
8,6			1,28	1,12
8,8			1,22	1,06
9			1,15	1,01
9,2			1,09	0,96
9,4			1,04	0,91
9,6			0,98	0,86
9,8			0,93	0,82
10			0,89	0,77

Tabela 15: Vazões resultantes da simulação hidrológica para uma chuva com Tr=100 anos, para quatro cenários distintos na seção de controle da lagoa do Parque Dom Pedro Shopping.

Tempo (h)	Vazões (m ³ /s)			
	Cenário A	Cenário B	Cenário C	Cenário D
0,2	0,00	0,00	0,00	0,00
0,4	0,00	0,12	0,02	0,00
0,6	0,00	0,90	0,14	0,00
0,8	0,00	3,66	0,68	0,09
1	1,20	14,03	3,03	1,01
1,2	4,67	29,65	5,51	3,72
1,4	7,53	35,57	8,22	5,81
1,6	9,09	40,45	10,56	7,58
1,8	10,53	44,42	12,40	9,10
2	11,77	47,79	13,59	10,00
2,2	12,71	49,17	14,12	10,42
2,4	12,64	45,42	14,17	10,46
2,6	11,49	37,50	13,97	10,24
2,8	9,40	27,96	13,72	9,92
3	7,06	19,32	13,49	9,60
3,2	4,91	12,57	13,31	9,34
3,4	3,15	7,68	13,18	9,15
3,6	1,87	4,40	13,09	9,00
3,8	1,03	2,37	13,00	8,89
4	0,54	1,21	12,90	8,79
4,2	0,27	0,59	12,78	8,69
4,4	0,13	0,27	12,61	8,56
4,6	0,06	0,12	12,40	8,39
4,8	0,02		12,14	8,19
5			11,82	7,93
5,2			11,46	7,63
5,4			11,04	7,30
5,6			10,58	6,96
5,8			10,10	6,61
6			9,59	6,27
6,2			9,09	5,94
6,4			8,52	5,56
6,6			7,97	5,19
6,8			7,47	4,85
7			6,99	4,53
7,2			6,54	4,23
7,4			6,12	3,95
7,6			5,69	3,69
7,8			5,23	3,44
8			4,81	3,20
8,2			4,43	2,71
8,4			4,09	2,33
8,6			3,77	2,04
8,8			3,48	1,82
9			3,20	1,64
9,2			2,64	1,50
9,4			2,23	1,38
9,6			1,92	1,28
9,8			1,69	1,20
10			1,50	1,13

Tabela 16: Vazões resultantes da simulação hidrológica para uma chuva com Tr=100 anos, para quatro cenários distintos na seção de controle à montante da Rod. Dom Pedro I.

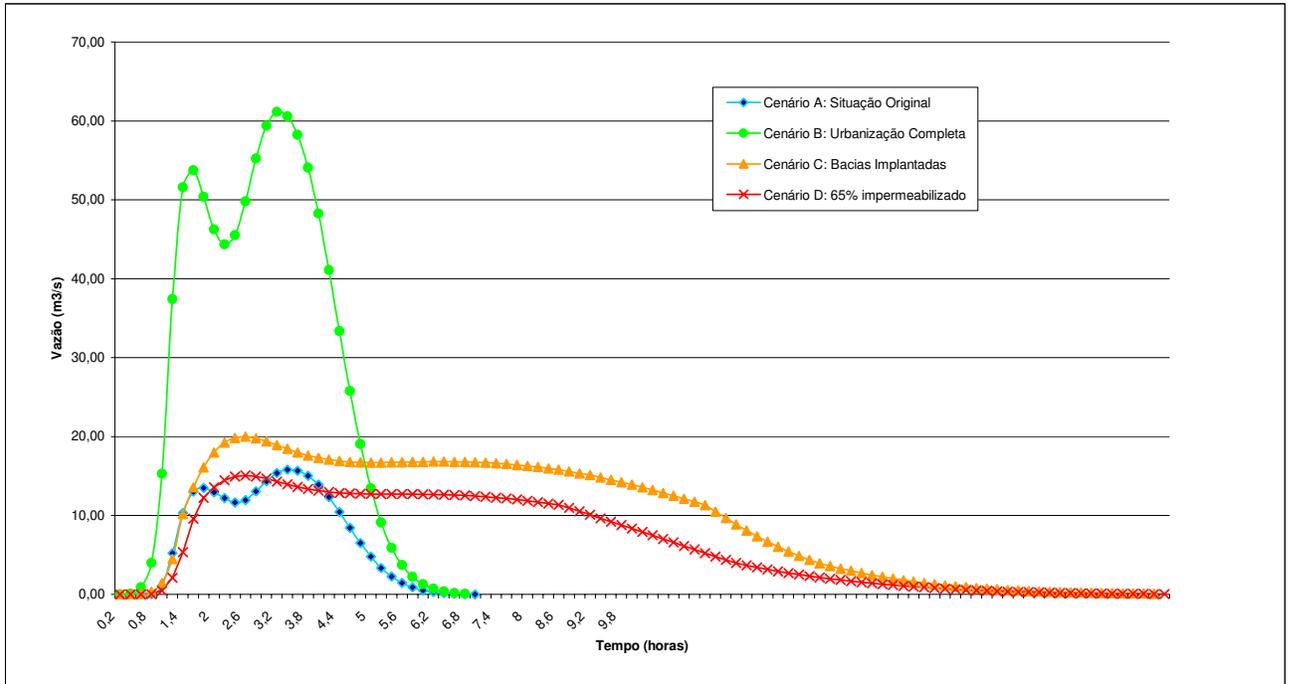


Gráfico 3: Hidrograma gerado para os quatro cenários simulados, para chuva com $T_r=100$ anos pela equação i-d-f proposta por VIEIRA (1981). Bacia de detenção 8. Seção de controle Bacia Santa Genebra II - Montante da Av. Romeu Tórtima.

Conforme pode ser observado no hidrograma, a vazão na situação original (Cenário A) atingia valor de $15,8\text{m}^3/\text{s}$, sendo elevada para $61,12\text{m}^3/\text{s}$ com o processo de urbanização simulado no Cenário B (Tabela 17).

Implantando as bacias de detenção 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, a vazão resultante atinge pouco mais de $20\text{m}^3/\text{s}$, cerca de 26,5% acima do valor original. Caso se limite a impermeabilização em 65% da área total da bacia de contribuição, conjuntamente com as bacias de detenção (Cenário D), a vazão de pico atingiria $15,1\text{m}^3/\text{s}$, cerca de 4,5% inferior ao Cenário A.

Neste caso observa-se uma aproximação dos valores das vazões de pico para o cenário A (original) e cenário D (projetado), demonstrando a importância das várzeas situadas entre a Rodovia D. Pedro I e Av. Romeu Tórtima na mitigação de impactos da urbanização dessa bacia de contribuição, que ainda se encontra predominantemente com uso rural.

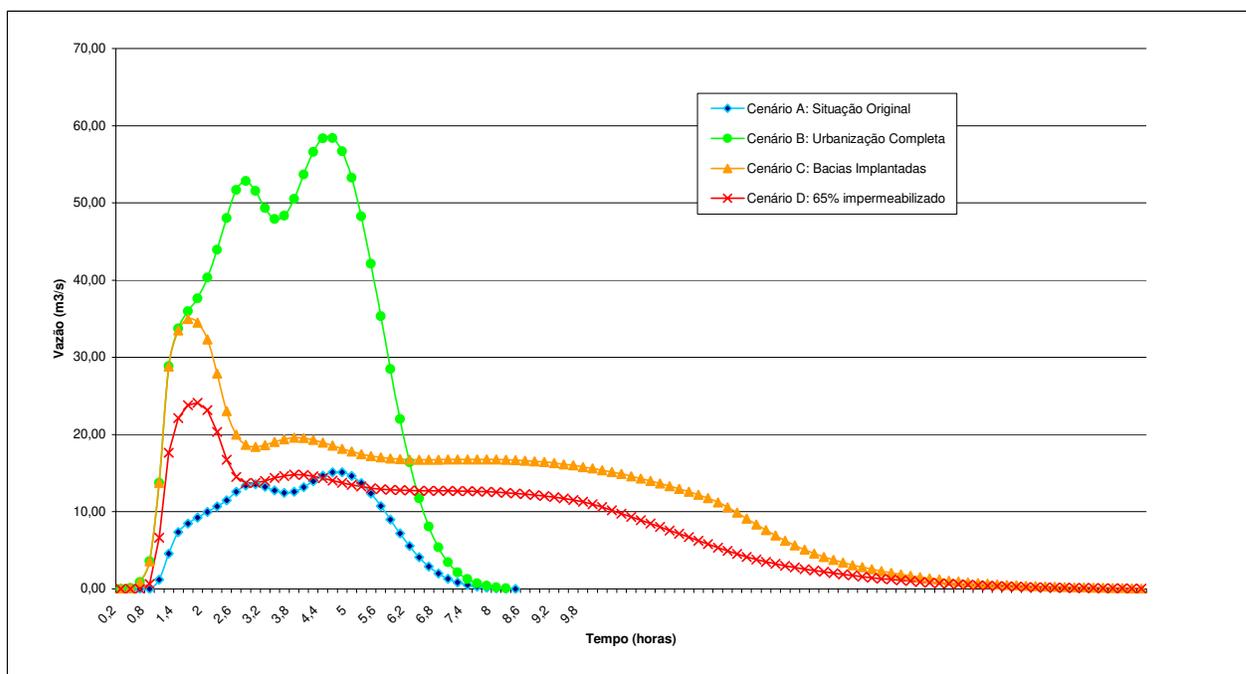


Gráfico 4: Hidrograma gerado para os quatro cenários simulados, para chuva com $T_r=100$ anos pela equação i-d-f proposta por VIEIRA (1981). Nô 24: Avenida 3 Cid. Universitária Posto Rio Das Pedras

Conforme pode ser observado no hidrograma, a vazão na situação original (Cenário A) atingia valores pouco superiores a $15\text{m}^3/\text{s}$, sendo elevada em 286% com o processo de urbanização simulado no Cenário B, atingindo $58,4\text{m}^3/\text{s}$ (Tabela 18).

Implantando as bacias de retenção a vazão resultante atinge pouco mais de $35\text{m}^3/\text{s}$, cerca de 131,5% acima do valor original. Caso se limite a impermeabilização em 65%, conjuntamente com as bacias de retenção (Cenário D), a vazão de pico atingiria $24\text{m}^3/\text{s}$, quase 60% superior ao Cenário A. A observação do hidrograma de cheia nessa seção indica a ocorrência de um pico de vazão antecipado, responsável pela elevação com relação ao cenário A, decorrente da contribuição da sub-bacia urbanizada do distrito de Barão Geraldo e Cidade Universitária, sendo que neste trecho do ribeirão das Pedras não se verifica planície de inundação (que se encontra em grande parte urbanizada) onde possam ser locadas bacias de retenção. Dessa forma, recomenda-se a canalização de trechos específicos visando adequar a capacidade de vazão do canal e evitar os processos de inundação em área habitadas. A vazão proveniente da bacia de contribuição à montante da Av. Romeu Tórtima encontra-se em valores semelhantes à vazão do cenário A, sendo observada após cerca de 2,5 horas após o início da precipitação, desde que implantados as bacias de retenção projetadas à montante.

Tempo (h)	Vazões (m ³ /s)			
	Cenário A	Cenário B	Cenário C	Cenário D
0,2	0,00	0,00	0,00	0,00
0,4	0,00	0,10	0,01	0,00
0,6	0,00	0,90	0,07	0,00
0,8	0,00	4,00	0,35	0,04
1	1,05	15,30	1,45	0,46
1,2	5,23	37,40	4,49	2,08
1,4	10,34	51,57	10,20	5,35
1,6	13,01	53,75	13,59	9,61
1,8	13,48	50,38	16,08	12,24
2	12,95	46,24	17,98	13,57
2,2	12,19	44,36	19,21	14,48
2,4	11,63	45,52	19,84	14,96
2,6	11,93	49,81	19,98	15,08
2,8	13,05	55,24	19,78	14,95
3	14,36	59,37	19,39	14,66
3,2	15,36	61,12	18,92	14,32
3,4	15,80	60,60	18,44	13,96
3,6	15,68	58,22	17,99	13,63
3,8	15,05	54,08	17,61	13,35
4	13,90	48,24	17,31	13,13
4,2	12,32	41,08	17,08	12,97
4,4	10,44	33,34	16,91	12,85
4,6	8,43	25,78	16,80	12,78
4,8	6,50	19,03	16,74	12,74
5	4,77	13,44	16,71	12,72
5,2	3,35	9,10	16,71	12,71
5,4	2,25	5,92	16,73	12,71
5,6	1,45	3,71	16,75	12,71
5,8	0,90	2,24	16,78	12,70
6	0,54	1,31	16,80	12,69
6,2	0,31	0,73	16,81	12,67
6,4	0,17	0,37	16,81	12,64
6,6	0,09	0,18	16,80	12,59
6,8	0,04	0,09	16,78	12,53
7	0,02		16,74	12,46
7,2			16,69	12,37
7,4			16,61	12,27
7,6			16,52	12,15
7,8			16,41	12,02
8			16,29	11,87
8,2			16,14	11,71
8,4			15,97	11,53
8,6			15,78	11,34
8,8			15,58	10,98
9			15,35	10,53
9,2			15,10	10,08
9,4			14,82	9,64
9,6			14,54	9,20
9,8			14,23	8,77
10			13,91	8,34

Tabela 17: Vazões resultantes da simulação hidrológica para uma chuva com Tr=100 anos, para quatro cenários distintos na seção de controle Bacia Santa Genebra II Montante da Av. Romeu Tórtima.

Tempo (h)	Vazões (m ³ /s)			
	Cenário A	Cenário B	Cenário C	Cenário D
0,2	0,00	0,00	0,00	0,00
0,4	0,00	0,11	0,11	0,00
0,6	0,00	0,89	0,89	0,02
0,8	0,00	3,59	3,59	0,65
1	1,18	13,73	13,72	6,64
1,2	4,60	28,85	28,80	17,63
1,4	7,35	33,72	33,48	22,12
1,6	8,49	35,95	34,97	23,78
1,8	9,26	37,65	34,50	24,09
2	9,96	40,35	32,32	23,14
2,2	10,70	43,92	27,93	20,33
2,4	11,49	48,06	23,03	16,74
2,6	12,60	51,70	20,01	14,52
2,8	13,40	52,84	18,67	13,71
3	13,59	51,56	18,40	13,73
3,2	13,24	49,33	18,62	14,02
3,4	12,74	47,91	19,04	14,37
3,6	12,45	48,32	19,41	14,66
3,8	12,60	50,53	19,60	14,80
4	13,17	53,68	19,56	14,78
4,2	13,96	56,60	19,33	14,61
4,4	14,68	58,34	18,98	14,36
4,6	15,11	58,42	18,57	14,06
4,8	15,10	56,70	18,17	13,76
5	14,63	53,25	17,80	13,49
5,2	13,70	48,27	17,48	13,26
5,4	12,36	42,12	17,23	13,08
5,6	10,74	35,33	17,03	12,94
5,8	8,97	28,46	16,90	12,85
6	7,20	22,02	16,81	12,78
6,2	5,55	16,38	16,76	12,75
6,4	4,11	11,73	16,74	12,73
6,6	2,92	8,09	16,74	12,72
6,8	2,00	5,39	16,75	12,71
7	1,32	3,47	16,77	12,70
7,2	0,84	2,16	16,79	12,69
7,4	0,52	1,30	16,80	12,66
7,6	0,31	0,75	16,80	12,63
7,8	0,18	0,41	16,79	12,59
8	0,10	0,20	16,77	12,53
8,2	0,05	0,07	16,73	12,46
8,4	0,02		16,68	12,38
8,6			16,61	12,28
8,8			16,53	12,17
9			16,42	12,04
9,2			16,30	11,89
9,4			16,16	11,73
9,6			16,00	11,54
9,8			15,81	11,29
10			15,61	10,98

Tabela 18: Vazões resultantes da simulação hidrológica para uma chuva com Tr=100 anos, para quatro cenários distintos na seção de controle Avenida 3 Cid. Universitária Posto Rio Das Pedras.

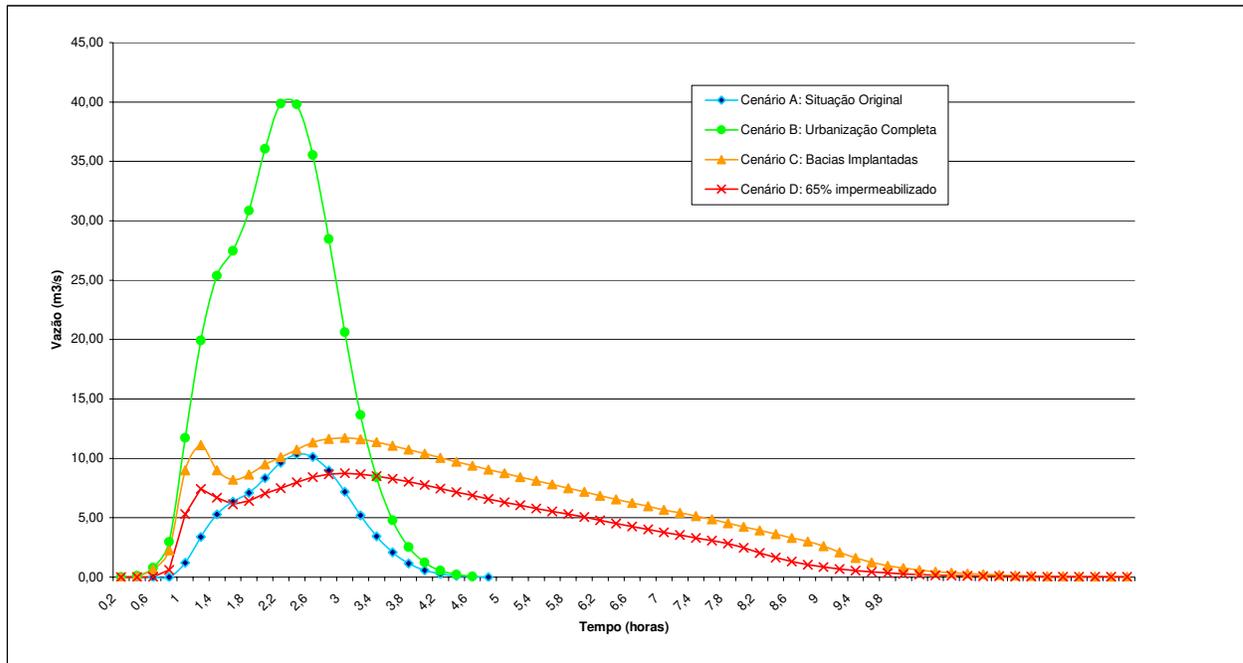


Gráfico 5: Hidrograma gerado para os quatro cenários simulados, para chuva com $T_r=100$ anos pela equação i-d-f proposta por VIEIRA (1981). Bacia de detenção 15. Nó 37: Piscinão UNICAMP

Conforme pode ser observado no hidrograma, a vazão na situação original (Cenário A) atingia valores pouco superiores a $10\text{m}^3/\text{s}$, sendo elevada para $40\text{m}^3/\text{s}$ com o processo de urbanização simulado no Cenário B (Tabela 19).

Implantando as bacias de detenção 11, 12, 13, 14 e 15, a vazão resultante atinge pouco mais de $11,7\text{m}^3/\text{s}$, cerca de 13,13% acima do valor original. Caso se limite a impermeabilização em 65%, conjuntamente com as bacias de detenção (Cenário D), a vazão de pico atingiria $8,75\text{m}^3/\text{s}$, quase 15,5% inferior ao Cenário A.

Neste caso demonstra-se a importância da implantação das bacias de detenção e o controle das taxas de impermeabilização, uma vez que o trecho do canal a jusante do local previsto para o Piscinão da UNICAMP encontra-se em canalização fechada (tubulado). Assim, o incremento nos valores de vazão de pico resultante do processo de urbanização da sub-bacia contribuinte pode levar a insuficiência da canalização existente, gerando processos de inundação freqüente no campus da UNICAMP, caso não sejam as medidas de controle.

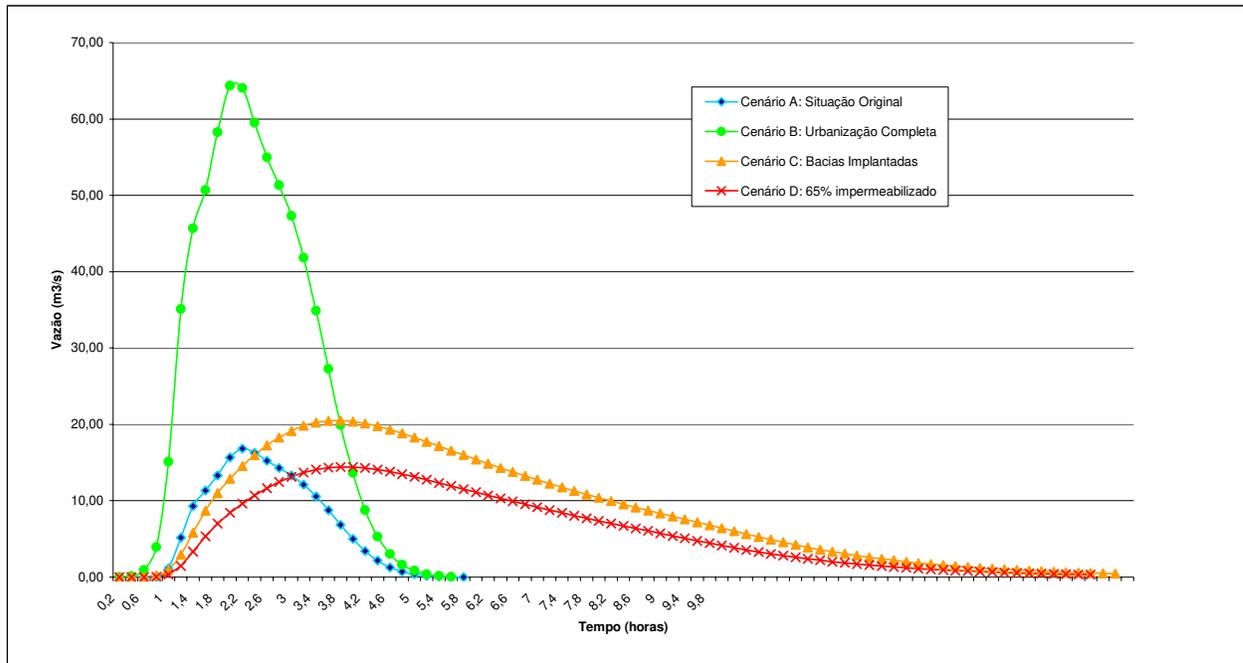


Gráfico 6: Hidrograma gerado para os quatro cenários simulados, para chuva com $T_r=100$ anos pela equação i-d-f proposta por VIEIRA (1981). Bacia de detenção 10. Nó 42: Vertedouro Lagoa UNICAMP

Conforme pode ser observado no hidrograma, a vazão na situação original (Cenário A) atingia valores pouco superiores a $16,8\text{m}^3/\text{s}$, sendo elevada para $64\text{m}^3/\text{s}$ com o processo de urbanização simulado no Cenário B (Tabela 20).

Implantando as bacias de detenção a vazão resultante atinge pouco mais de $20,5\text{m}^3/\text{s}$, cerca de 22% acima do valor original. Caso se limite a impermeabilização em 65%, conjuntamente com as bacias de detenção (Cenário D), a vazão de pico atingiria $14\text{m}^3/\text{s}$, quase 15% inferior ao Cenário A.

Neste caso deve-se destacar que as bacias de detenção 9 e 10 já se encontram implantadas, constituídas pelas lagoas do Centro Médico de Campinas e do Parque Ecológico Hermógenes Freitas Leitão Filho, devendo-se apenas adequar os vertedouros para acurva cota-vazão desejada.

Tempo (h)	Vazões (m ³ /s)			
	Cenário A	Cenário B	Cenário C	Cenário D
0,2	0,00	0,00	0,00	0,00
0,4	0,00	0,12	0,11	0,00
0,6	0,00	0,79	0,66	0,02
0,8	0,00	2,97	2,26	0,59
1	1,21	11,73	9,00	5,32
1,2	3,40	19,93	11,12	7,42
1,4	5,28	25,37	9,01	6,69
1,6	6,35	27,48	8,21	6,14
1,8	7,11	30,86	8,63	6,42
2	8,35	36,05	9,49	7,05
2,2	9,62	39,84	10,11	7,50
2,4	10,36	39,80	10,75	7,97
2,6	10,12	35,55	11,34	8,43
2,8	8,98	28,46	11,65	8,68
3	7,18	20,60	11,72	8,75
3,2	5,21	13,67	11,60	8,67
3,4	3,45	8,39	11,37	8,50
3,6	2,08	4,78	11,08	8,28
3,8	1,15	2,52	10,75	8,03
4	0,57	1,23	10,40	7,76
4,2	0,26	0,55	10,06	7,46
4,4	0,11	0,22	9,72	7,16
4,6	0,04	0,06	9,39	6,87
4,8	0,01		9,06	6,59
5			8,74	6,31
5,2			8,43	6,05
5,4			8,12	5,79
5,6			7,82	5,55
5,8			7,50	5,30
6			7,17	5,06
6,2			6,85	4,79
6,4			6,55	4,53
6,6			6,25	4,27
6,8			5,96	4,02
7			5,68	3,78
7,2			5,41	3,55
7,4			5,15	3,31
7,6			4,86	3,08
7,8			4,56	2,85
8			4,25	2,48
8,2			3,94	2,05
8,4			3,62	1,65
8,6			3,31	1,32
8,8			3,00	1,05
9			2,62	0,84
9,2			2,10	0,68
9,4			1,63	0,55
9,6			1,25	0,44
9,8			0,97	0,35
10			0,76	0,28

Tabela 19: Vazões resultantes da simulação hidrológica para uma chuva com Tr=100 anos, para quatro cenários distintos na seção de controle Piscinão UNICAMP.

Tempo (h)	Vazões (m ³ /s)			
	Cenário A	Cenário B	Cenário C	Cenário D
0,2	0,00	0,00	0,00	0,00
0,4	0,00	0,11	0,01	0,00
0,6	0,00	0,93	0,05	0,00
0,8	0,00	3,96	0,25	0,03
1	1,14	15,11	1,01	0,33
1,2	5,17	35,12	2,95	1,45
1,4	9,30	45,66	5,84	3,34
1,6	11,36	50,67	8,67	5,33
1,8	13,32	58,26	11,00	7,03
2	15,66	64,33	12,90	8,43
2,2	16,82	64,06	14,54	9,64
2,4	16,27	59,50	15,98	10,72
2,6	15,24	54,96	17,24	11,66
2,8	14,31	51,34	18,30	12,48
3	13,33	47,31	19,15	13,16
3,2	12,11	41,82	19,80	13,70
3,4	10,60	34,89	20,24	14,09
3,6	8,79	27,25	20,47	14,33
3,8	6,86	19,91	20,51	14,44
4	5,00	13,64	20,39	14,41
4,2	3,41	8,79	20,13	14,29
4,4	2,17	5,32	19,77	14,08
4,6	1,29	3,04	19,33	13,81
4,8	0,72	1,64	18,83	13,49
5	0,38	0,84	18,29	13,13
5,2	0,19	0,39	17,73	12,74
5,4	0,09	0,16	17,16	12,35
5,6	0,04	0,06	16,58	11,94
5,8	0,01		16,00	11,53
6			15,43	11,11
6,2			14,87	10,71
6,4			14,32	10,31
6,6			13,78	9,91
6,8			13,25	9,53
7			12,74	9,15
7,2			12,24	8,78
7,4			11,76	8,41
7,6			11,29	8,06
7,8			10,84	7,71
8			10,39	7,37
8,2			9,97	7,04
8,4			9,55	6,72
8,6			9,14	6,40
8,8			8,74	6,07
9			8,34	5,74
9,2			7,96	5,41
9,4			7,57	5,08
9,6			7,20	4,76
9,8			6,82	4,44
10			6,43	4,13

Tabela 20: Vazões resultantes da simulação hidrológica para uma chuva com $Tr=100$ anos, para quatro cenários distintos na seção de controle Vertedouro Lagoa UNICAMP.

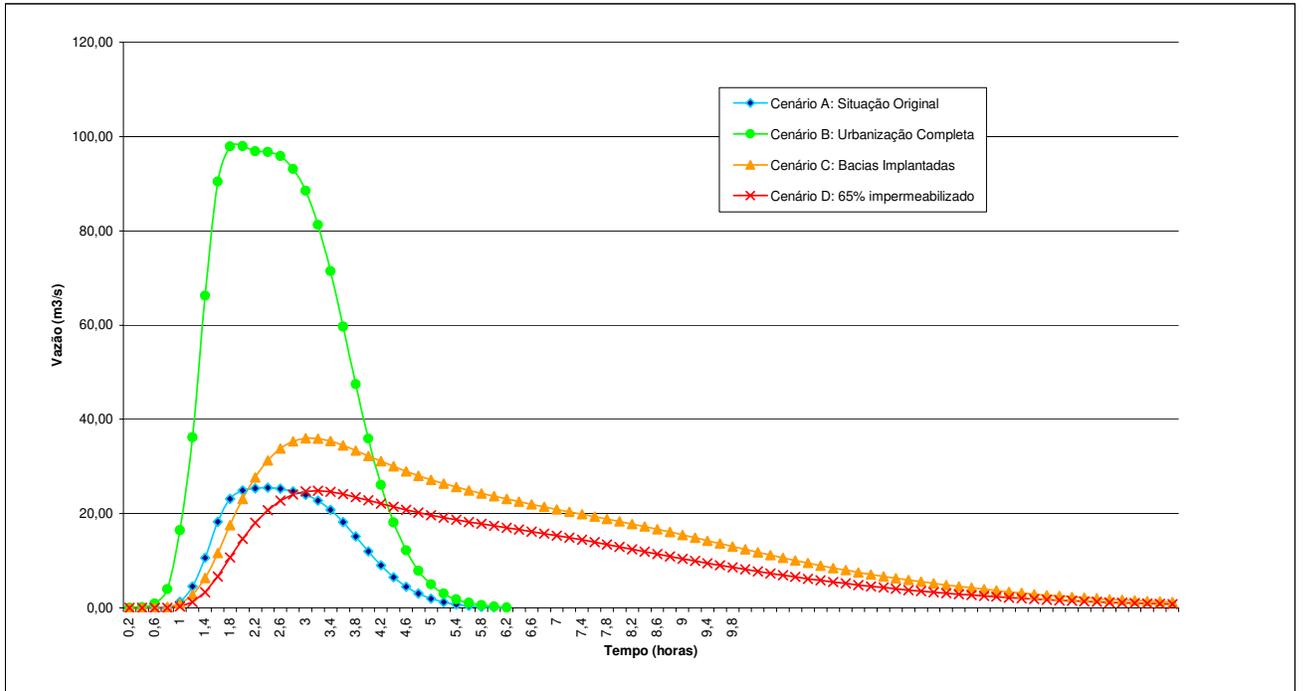


Gráfico 7: Hidrograma gerado para os quatro cenários simulados, para chuva com $T_r=100$ anos pela equação i-d-f proposta por VIEIRA (1981). Bacia de detenção 19. Nó 59: Saída da Lagoa Rio das Pedras

Conforme pode ser observado no hidrograma, a vazão na situação original (Cenário A) atingia valores pouco superiores a $25\text{m}^3/\text{s}$, sendo elevada para $98\text{m}^3/\text{s}$ com o processo de urbanização simulado no Cenário B (tabela 21).

Implantando as bacias de detenção 16, 17, 18 e 19, a vazão resultante atinge pouco mais de $35\text{m}^3/\text{s}$, cerca de 41% acima do valor original. Caso se limite a impermeabilização em 65%, conjuntamente com as bacias de detenção (Cenário D), a vazão de pico atingiria $24\text{m}^3/\text{s}$, quase 3% inferior ao Cenário A.

A lagoa da Fazenda Rio das Pedras (bacia de detenção 19), que configura área com excepcional valor paisagístico e ambiental, torna-se o elemento mais importante do sistema de contenção previsto para esta sub-bacia. Entretanto, a simulação demonstrou necessária a implantação das bacias de detenção 16, 17 e 18, preservando as características das várzeas naturais existentes, para possibilitar a aproximação dos valores de vazão de pico nos cenários A e D projetados.

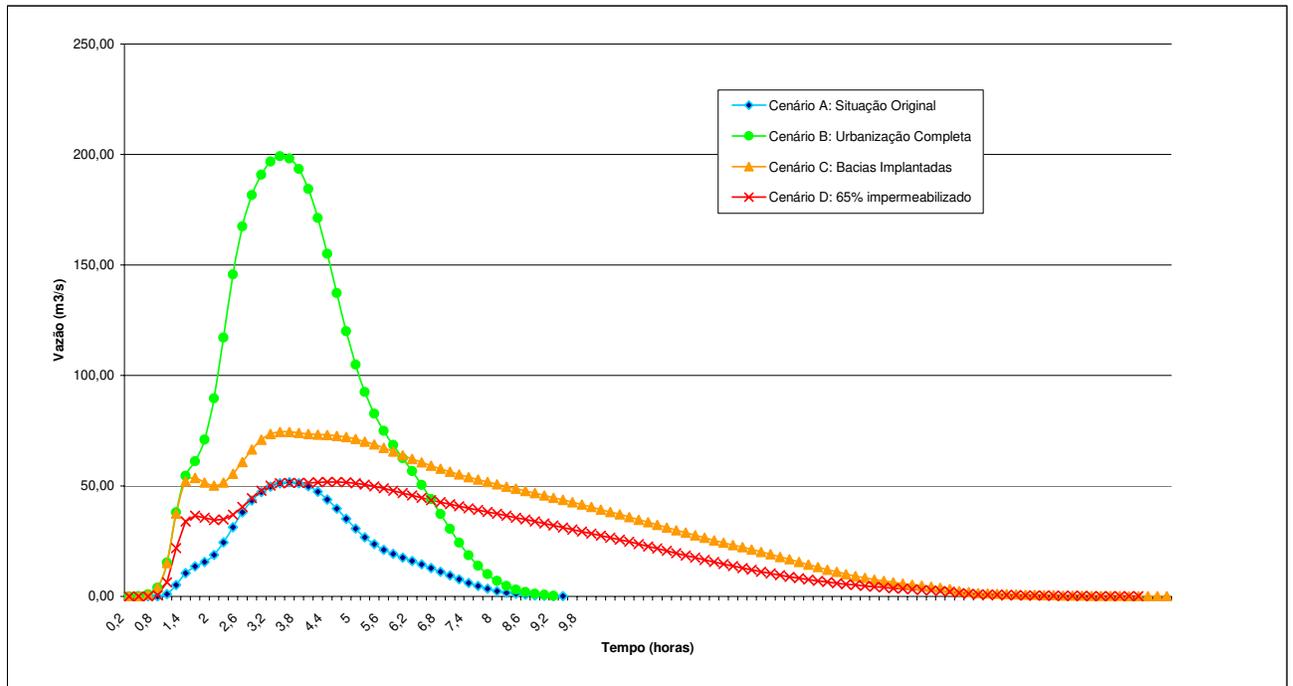


Gráfico 8: Hidrograma gerado para os quatro cenários simulados, para chuva com $T_r=100$ anos pela equação i-d-f proposta por VIEIRA (1981). Nô 63: Foz do Ribeirão das Pedras no Ribeirão das Anhumas.

Conforme pode ser observado no hidrograma, a vazão na situação original (Cenário A) atingia valores pouco superiores a $51\text{m}^3/\text{s}$, sendo elevada em 285% com o processo de urbanização simulado no Cenário B, atingindo $200\text{m}^3/\text{s}$ (tabela 22).

Implantando as 19 bacias de retenção propostas, a vazão resultante atinge pouco mais de $75\text{m}^3/\text{s}$, cerca de 44,1% acima do valor original. Caso se limite a impermeabilização em 65%, conjuntamente com as 19 bacias de retenção projetadas (Cenário D), a vazão de pico atingiria $52\text{m}^3/\text{s}$, praticamente idêntica ao Cenário A.

Com base nesse resultado, adotando-se a metodologia proposta e dentro dos parâmetros de precipitação e escoamento adotados, torna-se possível a urbanização das áreas remanescentes da bacia do Ribeirão das Pedras, dentro de critérios de limitação das taxas de impermeabilização e implantação do sistema de bacias de retenção, sem que haja incremento nos valores de vazão de pico com relação ao cenário original de cobertura florestal da bacia.

Tempo (h)	Vazões (m ³ /s)			
	Cenário A	Cenário B	Cenário C	Cenário D
0,2	0,00	0,00	0,00	0,00
0,4	0,00	0,13	0,01	0,00
0,6	0,00	0,93	0,04	0,00
0,8	0,00	4,00	0,22	0,03
1	1,31	16,44	0,96	0,31
1,2	4,52	36,21	2,82	1,25
1,4	10,63	66,24	6,38	3,30
1,6	18,25	90,48	11,64	6,65
1,8	23,14	97,92	17,57	10,69
2	24,95	97,98	23,09	14,63
2,2	25,39	96,88	27,70	18,04
2,4	25,53	96,74	31,27	20,75
2,6	25,31	95,85	33,80	22,74
2,8	24,74	93,16	35,34	24,03
3	23,97	88,52	35,99	24,68
3,2	22,73	81,31	35,93	24,83
3,4	20,81	71,43	35,37	24,60
3,6	18,20	59,69	34,47	24,13
3,8	15,15	47,44	33,39	23,51
4	12,00	35,94	32,25	22,83
4,2	9,05	26,06	31,11	22,13
4,4	6,53	18,15	30,02	21,45
4,6	4,51	12,18	29,01	20,81
4,8	3,00	7,91	28,06	20,22
5	1,93	4,98	27,19	19,67
5,2	1,20	3,05	26,39	19,16
5,4	0,73	1,82	25,64	18,68
5,6	0,43	1,05	24,95	18,24
5,8	0,25	0,59	24,30	17,81
6	0,13	0,31	23,68	17,40
6,2	0,06	0,10	23,10	17,00
6,4			22,53	16,61
6,6			21,98	16,20
6,8			21,44	15,78
7			20,92	15,34
7,2			20,39	14,89
7,4			19,87	14,42
7,6			19,36	13,93
7,8			18,84	13,44
8			18,32	12,93
8,2			17,79	12,43
8,4			17,24	11,92
8,6			16,67	11,42
8,8			16,09	10,92
9			15,49	10,43
9,2			14,88	9,95
9,4			14,26	9,48
9,6			13,64	9,02
9,8			13,01	8,57
10			12,40	8,14

Tabela 21: Vazões resultantes da simulação hidrológica para uma chuva com Tr=100 anos, para quatro cenários distintos na seção de controle Saída da Lagoa Rio das Pedras.

Tempo (h)	Vazões (m ³ /s)			
	Cenário A	Cenário B	Cenário C	Cenário D
0,2	0,00	0,00	0,00	0,00
0,4	0,00	0,10	0,10	0,00
0,6	0,00	0,89	0,88	0,02
0,8	0,00	3,98	3,96	0,58
1	1,02	15,25	15,14	6,39
1,2	5,22	38,09	37,52	21,82
1,4	10,56	54,53	52,21	34,00
1,6	13,60	61,20	53,62	36,62
1,8	15,55	70,91	51,52	35,64
2	18,85	89,64	50,18	34,55
2,2	24,41	117,20	51,55	34,94
2,4	31,40	145,69	55,48	37,03
2,6	38,14	167,43	60,87	40,46
2,8	43,45	181,69	66,48	44,43
3	47,21	190,90	70,91	47,84
3,2	49,77	196,77	73,56	50,12
3,4	51,25	199,28	74,51	51,16
3,6	51,72	198,22	74,42	51,41
3,8	51,28	193,37	73,97	51,40
4	49,90	184,39	73,56	51,44
4,2	47,45	171,30	73,28	51,61
4,4	43,95	155,01	73,03	51,77
4,6	39,68	137,29	72,68	51,82
4,8	35,10	120,08	72,10	51,67
5	30,70	104,92	71,24	51,28
5,2	26,83	92,50	70,10	50,65
5,4	23,66	82,71	68,74	49,83
5,6	21,17	74,97	67,20	48,87
5,8	19,19	68,51	65,58	47,83
6	17,54	62,60	63,93	46,74
6,2	16,03	56,71	62,30	45,66
6,4	14,51	50,53	60,73	44,61
6,6	12,91	44,00	59,23	43,59
6,8	11,21	37,26	57,82	42,63
7	9,46	30,58	56,48	41,70
7,2	7,74	24,30	55,23	40,81
7,4	6,13	18,70	54,04	39,95
7,6	4,70	13,93	52,90	39,10
7,8	3,49	10,04	51,82	38,25
8	2,50	7,01	50,76	37,40
8,2	1,74	4,74	49,73	36,54
8,4	1,17	3,11	48,72	35,67
8,6	0,76	1,97	47,73	34,80
8,8	0,48	1,21	46,73	33,91
9	0,29	0,71	45,73	33,02
9,2	0,17	0,38	44,72	32,12
9,4	0,09		43,69	31,21
9,6			42,64	30,30
9,8			41,57	29,39
10			40,48	28,47

Tabela 22: Vazões resultantes da simulação hidrológica para uma chuva com Tr=100 anos, para quatro cenários distintos na seção de controle Foz do Ribeirão das Pedras no Ribeirão das Anhúmas.

5.3 O MODELO DE RECUPERAÇÃO ADOTADO

Conforme as terminologias adotadas, na área de estudo torna-se possível a implementação de técnicas que visem tanto a restauração `sensu lato`, a reabilitação e, em alguns casos, é recomendável a redefinição do uso das áreas.

A definição do modelo de recuperação a ser adotado passa pela definição e mapeamento dos geoambientes verificados e a determinação de grupos ecológicos das espécies arbóreas nativas, de acordo com as suas características de sucessão ecológica e adaptabilidade aos diversos geoambientes. Com base nos geoambientes mapeados, pode-se propor pela adoção da restauração `sensu lato`, da reabilitação e, em alguns casos, é recomendável a redefinição do uso das áreas.

No caso da restauração `sensu lato`, devem ser destinadas as áreas com a presença de fragmentos de vegetação nativa, áreas brejosas (geoambiente ciliar brejoso) em processo de regeneração da vegetação e faixas ao longo do canal e bordas da planície destinadas ao reflorestamento heterogêneo com vistas à recomposição das matas ciliares. Deve-se zelar para garantir a continuidade das áreas destinadas à restauração `sensu lato`, visando a formação do corredor ecológico que possibilite o fluxo gênico entre as espécies da flora e fauna regionais, devendo essas áreas, predominantemente, serem mantidas com o controle do acesso da população, visando a mínima interferência nos processos naturais.

No caso da reabilitação, devem ser destinadas as áreas do geoambiente de inundações temporárias sem a presença de vegetação nativa ou intensamente degradadas por depósitos de entulhos ou processos de erosão e assoreamento, nas quais devem ser previstas a implantação de equipamentos de esporte e lazer e da ciclovia, prevendo a arborização ser executada utilizando predominantemente espécies nativas adaptadas ao geoambiente. Em áreas do geoambiente ciliar brejoso, fruto de processos intensos de assoreamento ou intensamente degradadas (por exemplo por atividades de mineração), pode-se adotar a sua reabilitação através da formação de espelhos d'água, com a função de bacias de retenção, valorização paisagística e atratividade da fauna silvestre. A implantação de hortas comunitárias e usos alternativos que mantenham a permeabilidade do solo podem ser consideradas, desde que garantida a continuidade das áreas destinadas à restauração.

No caso da redefinição estão previstas as obras de infra-estrutura necessárias para a implantação do sistema, tais como as travessias do sistema viário, barramentos que configuram a formação das bacias de detenção e as bacias de sedimentação a serem previstas para o controle do processo de assoreamento do canal. Tais obras de infra-estrutura são indispensáveis para garantir a continuidade do tecido urbano e para o desempenho das funções previstas para o sistema do parque linear, viabilizando a adoção das medidas de restauração e reabilitação nas demais áreas, sem as quais as mesmas tornam-se inviáveis. Dessa forma, mesmo que interferindo em áreas consideradas de preservação permanente pela legislação, essas obras devem ser entendidas como de interesse social ou de utilidade pública.

Com base no modelo de restauração adotado, eliminam-se a definição de faixas fixas contínuas (tais como 30,00 metros na margem do curso d'água) no interior da área destinada ao parque linear, devendo-se adotar as diferentes práticas recomendáveis em cada trecho da rede hídrica, de maneira integrada, garantindo ao sistema como um todo o desempenho das múltiplas funções ambientais e urbanísticas desejadas.

5.3.1 MAPEAMENTO DOS GEOAMBIENTES

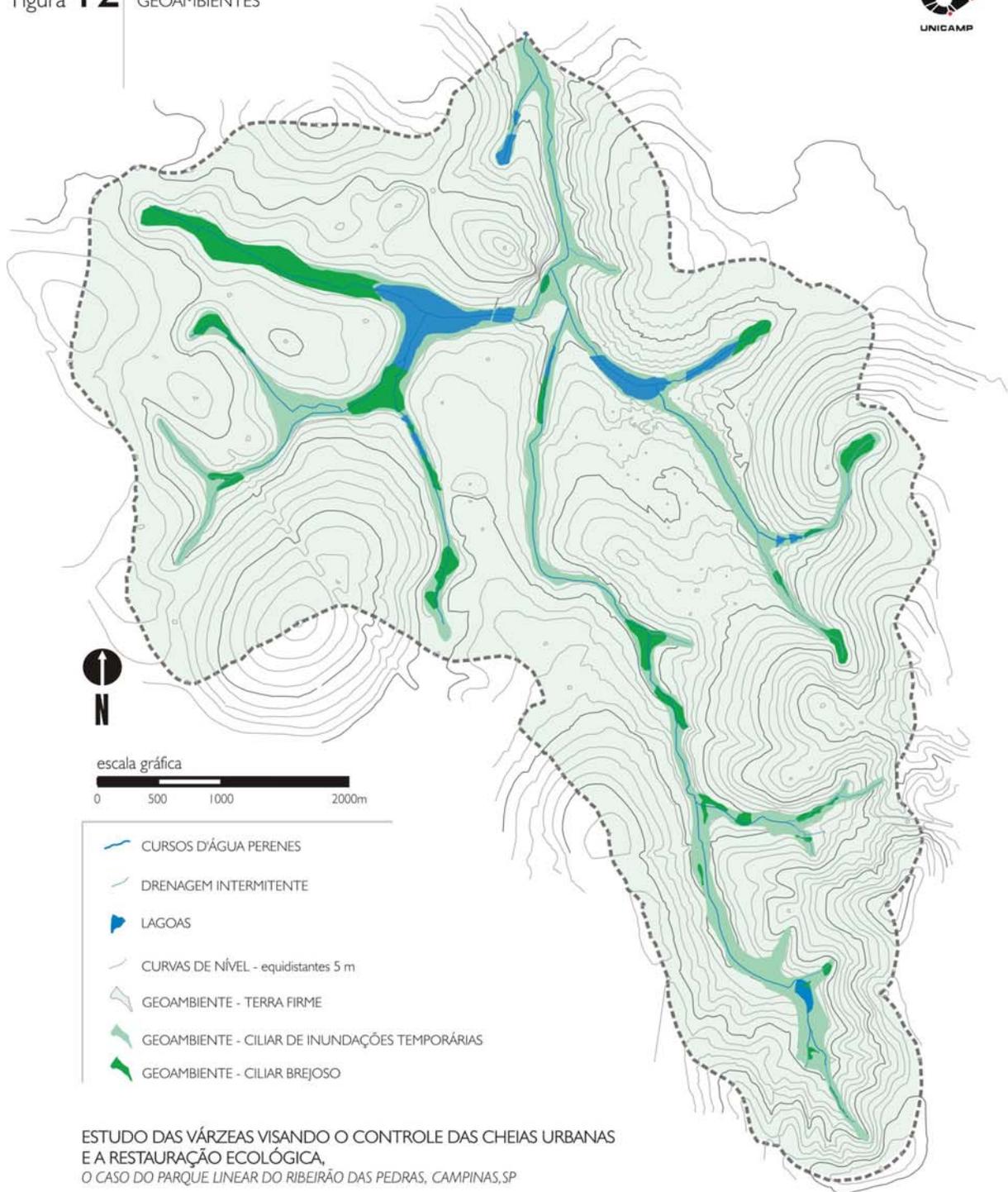
Por meio do mapeamento dos geoambientes identificados foram obtidos os seguintes resultados, demonstrados na figura 12 e descritos a seguir:

5.3.1.1 GEOAMBIENTE DE TERRA FIRME

O **geoambiente de terra firme** é predominante na área de estudo, englobando área de 2.640,89 ha, o que corresponde a 88,78% da área de estudo. Por suas características físicas, as áreas do geoambiente de terra firme são suscetíveis à ocupação urbana, devendo-se observar os seguintes aspectos:

- Respeitar as taxas de permeabilidade indicadas no capítulo anterior, de maneira a permitir que o sistema de bacias implantado mantenha a eficiência na mitigação das vazões de pico conforme o desejado;
- Adoção de técnicas para favorecer a infiltração de água no solo, de maneira a reduzir o escoamento superficial e contribuir para a recarga do aquífero;
- Adoção de técnicas de prevenção e controle de processos erosivos, visando minimizar o carreamento de sedimentos para a rede de drenagem e o seu conseqüente assoreamento.

Figura 12 GEOAMBIENTES



O geoambiente de terra firme, na área de estudo do presente trabalho, é configurado por solos bem drenados, sem problemas de hidromorfismo, destacando-se as unidades de solo mapeadas por OLIVEIRA et al (1979): **Latossolo Roxo eutrófico**, unidade Ribeirão Preto, o **latossolo Roxo distrófico**, unidade Barão Geraldo, o **Latossolo vermelho-amarelo** unidade Mato Dentro, **latossolo vermelho-escuro** unidade Limeira, e o **latossolo vermelho amarelo** unidade Camarguinho.

Conforme OLIVEIRA et. al. (1999), no Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000, o solo ocorrente na área de estudo é o LV4 – Latossolos vermelhos Eutroféricos e Distroféricos, + **Latossolos vermelhos Distróficos**, ambos A moderado textura argilosa relevo suave ondulado.

Neste caso, a recuperação ambiental da área é relacionada às técnicas de redefinição, uma vez que tais áreas são destinadas à ocupação urbana e usos correlatos. Neste caso é importante salientar a necessidade da consolidação das reservas florestais legais previstas no Código Florestal, de maneira a possibilitar a conservação in situ da formação vegetal Mata Mesófila Semidecídua, a qual só ocorre sobre este geoambiente. A utilização de espécies típicas dessa formação vegetal na arborização de praças, ruas e jardins também possibilitaria a manutenção de populações significativas de espécies nativas, com destaque para aquelas espécies consideradas raras da Mata Atlântica, que ocorrem em baixas densidades nas matas naturais. Para estas espécies, um plano de arborização urbana poderia garantir a existência de populações com número de indivíduos semelhantes às condições de floresta.

5.3.1.2 GEOAMBIENTE CILIAR DE INUNDAÇÕES TEMPORÁRIAS

O **geoambiente ciliar de inundações temporárias** engloba área de 258,28 ha, o que corresponde a 8,68% da área de estudo. Por suas características físicas, as áreas do geoambiente ciliar de inundações temporárias não são recomendadas para a ocupação urbana, devendo-se ser destinadas ao desempenho das seguintes funções, preferencialmente, de maneira integrada:

- Formação de corredores ecológicos, através do reflorestamento ciliar, buscando criar um cenário de continuidade da vegetação arbórea heterogênea interligando os fragmentos de vegetação nativa existentes;
- Abrigar as bacias de retenção aqui propostas, de maneira a armazenar volumes significativos de água durante eventos de deflúvio na bacia, atuando como reservatórios no amortecimento das ondas de cheia;
- Locação de equipamentos de esporte e lazer, em especial quadras esportivas em material permeável, gramados, jardins, play-grounds, sempre considerando a resistência destes equipamentos aos processos de inundação temporária que deverão ocorrer;
- Locação de vias de transporte alternativo, em especial ciclovias, tendo em vista que se tratam de áreas planas, contínuas, inseridas em área verde e isoladas do sistema viário tradicional, permitindo a circulação e o transporte com a utilização da bicicleta entre diversos bairros situados na bacia hidrográfica.
- Utilização para hortas comunitárias, nas áreas de menor suscetibilidade às inundações, adotando-se modelos de agricultura natural de maneira a evitar a contaminação do lençol freático com agrotóxicos e a prevenção de processos erosivos e de assoreamento.

O **Geoambiente Ciliar de Inundações Temporárias** compreende as áreas que apresentam riscos de inundações temporárias, com lençol freático próximo à superfície variando ao longo do ano, estando próximo do horizonte superficial na época chuvosa. As declividades predominantes variam entre 2% e 5%. As feições geomorfológicas características

são os terraços, os diques, aluviões recentes, faixas meândricas e pedimentos, localizados nas planícies de inundação, associadas ao Latossolo Câmbico, Cambissolos, solos Aluvionais e solos Glei Pouco Húmicos.

Na nomenclatura atual, descrita em OLIVEIRA et al (1999), são descritas as seguintes unidades de solos, as quais ocorrem no **Geoambiente Ciliar de Inundações Temporárias**: Neossolos Flúvicos, constituídos por solos aluviais e Neossolos Quartzarênicos, associados ao relevo de várzea, que na classificação antiga eram denominados de Areias Quatzosas Hidromórficas.

No caso do **Geoambiente Ciliar de Inundações Temporárias** podem ser adotadas técnicas de restauração sensu lato, reabilitação e redefinição. A restauração sensu lato deve ser considerada nas áreas menos afetadas pelos processos de degradação ambiental, que já apresentam vegetação secundária em regeneração e possibilidades de isolamento com relação às áreas urbanas de entorno.

A reabilitação deve ser a medida mais adequada, uma vez que na maior parte das vezes as condições de degradação atingiram estágios que não permitem o retorno a estados próximos ao original, buscando-se na revegetação alcançar um novo estado de equilíbrio, que permita a compatibilidade com os demais usos previstos para tal geoambiente, tais como as bacias de retenção, corredores ecológicos e áreas de lazer.

A redefinição deve ser adotada nos casos onde a degradação atingiu níveis que não permitem a recuperação da vegetação a curto prazo sem o investimento de recursos de grande monta. Os novos usos devem estar voltados preferencialmente a formação de áreas de lazer e esportes, que são imprescindíveis visando a inserção da área verde na área urbana de maneira que a população incorpore a área verde e passe a usufruir e defender tais espaços, cientes da importância de sua preservação.

5.3.1.3 GEOAMBIENTE CILIAR BREJOSO

O **geoambiente ciliar brejoso** engloba área de 75,42ha, o que corresponde a 2,54% da área de estudo. Por suas características físicas, as áreas do geoambiente ciliar brejoso não são recomendadas para a ocupação urbana ou implantação de infraestrutura, devendo-se ser destinadas à preservação da vida silvestre e armazenamento temporário de água como bacia de detenção.

Neste geoambiente encontram-se os solos que permanecem encharcados por longos períodos do ano, seja devido às cheias do rio, escoamento superficial pela encostas ou por afloramento do lençol freático sobre a superfície do solo. As declividades variam entre 0 e 2%. Os solos predominantes são os Gleissolos, que agrupam as unidades Gleis Húmicos, Glei Pouco Húmicos e Hidromórficos Cinzentos, conforme legenda expandida do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, publicado na escala 1:500.000 (OLIVEIRA et al 1999). Também ocorrem os solos orgânicos, que receberam a denominação de Organossolos.

As feições geomorfológicas características desse geoambiente são as bacias de decantação, e em menor escala as faixas meândricas, os diques e aluviões recentes, todos localizados nas planícies de inundação, associados aos solos Orgânicos, Glei-Húmicos e Glei Pouco-Húmicos, que apresentam altos teores de matéria orgânica e são predominantemente distróficos ou álicos, e em menor escala, eutróficos.

O plantio de reflorestamentos heterogêneos no geoambiente ciliar brejoso deve ser efetuado nos meses secos do ano, quando o lençol encontra-se em maior profundidade, reduzindo as condições de saturação hídrica que inviabilizam o plantio na época chuvosa.

Na área de estudo foram verificadas duas situações no geoambiente ciliar brejoso, as quais determinam as técnicas para a recuperação ambiental dessas áreas:

Em alguns pontos verificados, o excesso de sedimentos depositados e a velocidade de escoamento da água nos momentos de deflúvio da bacia criaram situações diversas às condições originais desse tipo de geoambiente, ocorrendo a deposição de sedimentos mais grosseiros nas áreas de bacia de sedimentação, até a saturação da mesma por tais sedimentos. Nas condições naturais, os sedimentos mais grosseiros eram depositados em geral no dique

marginal, sendo que as argilas mais finas e matéria orgânica se depositavam nas bacias de decantação, que constituem o geoambiente ciliar brejoso. Com a saturação da área devido ao excesso de sedimentos grosseiros, as características físicas acabam em uma situação intermediária entre o geoambiente ciliar brejoso e o geoambiente ciliar de inundações temporárias. Para as áreas que se enquadram neste tipo de situação, é recomendável a adoção da técnica de redefinição, com o desassoreamento da área e formação de lago, o qual desempenhará funções paisagísticas, atratividade à fauna silvestre e amortecimento da onda de cheia, bem como o armazenamento hídrico para fins de regularização de vazões na bacia.

O reflorestamento heterogêneo dessas áreas prescinde da implantação das bacias de retenção, visando retornar as vazões a valores mais compatíveis com os originalmente verificados. Há indícios de que um indicador da ocorrência desse tipo de situação é a proliferação da espécie taboa (*Tipha dominguesis*), espécie considerada exótica a nossa flora, a qual está adaptada a passagem de enxurradas mais intensas bem como a deposição contínua de sedimentos. Entretanto, a utilização desse indicador carece de maiores estudos que comprovem a relação entre a proliferação da espécie *Tipha dominguesis* em condições de degradação ambiental.

No caso das áreas onde o geoambiente ciliar brejoso apresenta características mais próximas daquelas consideradas naturais, a restauração *sensu lato* deve ser adotada, preferencialmente possibilitando a regeneração natural da vegetação, prevendo-se o mínimo de interferência na área. Neste caso, a adoção das medidas para controle das cheias, por meio da implantação das bacias de retenção previstas, é de fundamental importância para garantir condições mais próximas no regime de inundações e dinâmicas de erosão e assoreamento dessas áreas, favorecendo então o retorno da vegetação em condições também mais próximas à original.

5.3.2 GRUPOS ECOLÓGICOS DE ESPÉCIES

Com a identificação dos geoambientes existentes na área de estudo, as espécies inventariadas como naturais das formações vegetais originais foram agrupadas em grupos ecológicos, em função da sua adaptabilidade aos diferentes geoambientes e características de sucessão ecológica (pioneiras e não pioneiras). A lista de espécies por grupo ecológico é apresentada no Anexo 1. Os grupos ecológicos definidos são:

5.3.2.1 GRUPO 1: Espécies pioneiras, adaptadas ao GEOAMBIENTE DE TERRA FIRME.

Espécies heliófitas características da Mata Mesófila Semidecídua. As espécies contidas neste grupo devem ser utilizadas nos plantio realizados para fins de recomposição de reservas florestais legais e na arborização de praças, ruas, parques e jardins particulares, atentando-se às características de cada espécie com relação ao porte, enraizamento, produção frutos e outros aspectos que devem ser considerados nos projetos de arborização urbana e paisagismo.

5.3.2.2 GRUPO 2: Espécies não pioneiras, adaptadas ao GEOAMBIENTE DE TERRA FIRME.

Espécies tardias ou clímax características da Mata Mesófila Semidecídua. As espécies contidas neste grupo, da mesma forma que a do grupo anterior, devem ser utilizadas nos plantio realizados para fins de recomposição de reservas florestais legais e na arborização de praças, ruas, parques e jardins particulares, atentando-se às características de cada espécie com relação ao porte, enraizamento, produção frutos e outros aspectos que devem ser considerados nos projetos de arborização urbana e paisagismo.

No caso da recomposição de reservas florestais legais, devem ser plantadas intercaladamente com espécies no grupo 1, na proporção de 66% (grupo 1) e 34% (grupo 2),

de maneira a reproduzir as condições de sucessão ecológica. São espécies indicadas para o enriquecimento de formações vegetais secundárias, através do plantio no sub-bosque.

5.3.2.3 GRUPO 3: Espécies pioneiras adaptadas ao GEOAMBIENTE CILIAR DE INUNDAÇÕES TEMPORÁRIAS

Espécies heliófitas características da Mata Mesófila Semidecídua Ciliar, ou mata ciliar. As espécies deste grupo toleram inundações temporárias, devendo ser utilizadas para a recomposição de matas ciliares e formação de corredores ecológicos que acompanham a rede hídrica.

5.3.2.4 GRUPO 4: Espécies não pioneiras adaptadas ao GEOAMBIENTE CILIAR DE INUNDAÇÕES TEMPORÁRIAS

Espécies tardias ou clímax características da Mata Mesófila Semidecídua Ciliar, ou mata ciliar. As espécies deste grupo toleram inundações temporárias, devendo ser utilizadas para a recomposição de matas ciliares e formação de corredores ecológicos que acompanham a rede hídrica.

No caso da recomposição de matas ciliares, devem ser plantadas intercaladamente com espécies no grupo 3, na proporção de 66% (grupo 1) e 34% (grupo 2), de maneira a reproduzir as condições de sucessão ecológica. São espécies indicadas para o enriquecimento de formações vegetais secundárias, através do plantio no sub-bosque.

5.3.2.5 GRUPO 5: Espécies pioneiras adaptadas ao GEOAMBIENTE CILIAR BREJOSO

Espécies heliófitas características da Mata Brejosa. As espécies deste grupo toleram encharcamento permanente, devendo ser utilizadas para a recomposição de matas ciliares e formação de corredores ecológicos que acompanham a rede hídrica, em área com saturação hídrica dos solos.

5.3.2.6 GRUPO 6: Espécies não pioneiras adaptadas ao GEOAMBIENTE CILIAR BREJOSO

Espécies tardias ou clímax características da Mata Brejosa. As espécies deste grupo toleram encharcamento permanente, devendo ser utilizadas para a recomposição de matas ciliares e formação de corredores ecológicos que acompanham a rede hídrica, em área com saturação hídrica dos solos.

No caso da recomposição de matas brejosas, devem ser plantadas intercaladamente com espécies no grupo 3, na proporção de 66% (grupo 1) e 34% (grupo 2), de maneira a reproduzir as condições de sucessão ecológica. São espécies indicadas para o enriquecimento de formações vegetais secundárias, através do plantio no sub-bosque.

5.4 O CENÁRIO IDEAL: DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS VERDES DESTINADAS A COMPOR O PARQUE LINEAR DE MÚLTIPLAS FUNÇÕES

Para definição do cenário ideal com relação às áreas ao longo da rede de drenagem (fundo do vale) que devem compor um sistema de áreas verdes estruturado como um parque linear na bacia do Ribeirão das Pedras, considerando os aspectos levantados nos estudos anteriores e a ocupação do solo atual, é necessária a adoção dos seguintes critérios para a delimitação da área destinada ao parque linear:

a) Faixa de 15,00 metros na borda da planície de inundação (leito maior excepcional), suficiente para abrigar as bacias de retenção propostas e proteger as áreas sujeitas a inundação e os geoambientes ciliar de inundações temporárias e ciliar brejoso.

b) Faixa de 30,00 metros de largura ao longo do curso d'água onde se verifica o leito encaixado sem a ocorrência de planície de inundação. No caso de situação intermediária entre os itens a e b, aplicam-se os dois critérios adotando o que resultar na faixa maior de recuo.

c) Raio de 50,00 metros no caso das nascentes em cabeceiras de drenagem, onde se verifica o leito encaixado sem a ocorrência de planície de inundação;

d) Faixa de 50,00 na borda de nascente ou cabeceira de drenagem que ocorre na forma de vereda.

e) Faixa de 100,00 metros no caso da lagoa da Fazenda Rio das Pedras;

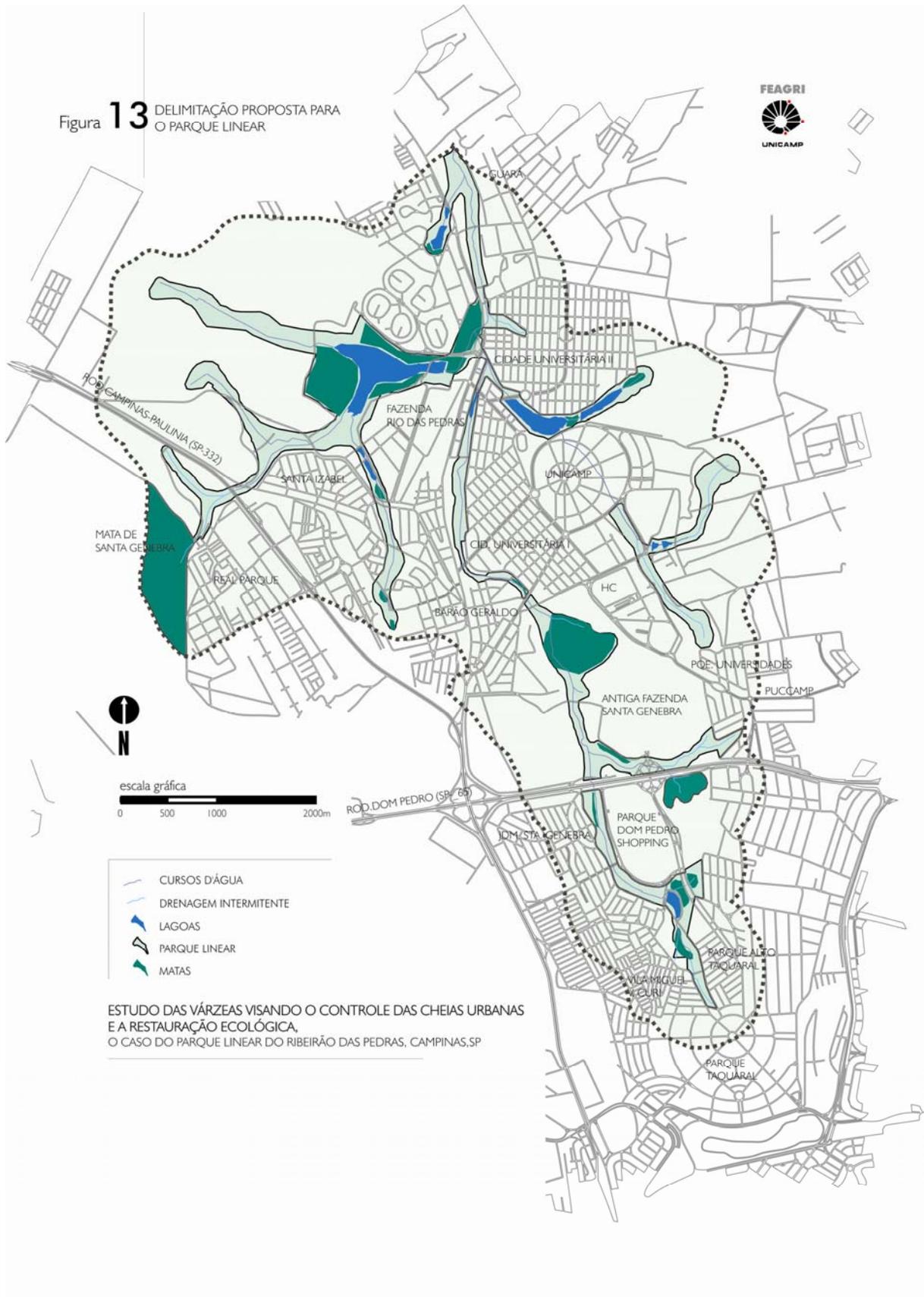
f) Faixa de 30,00 metros ao redor dos açudes;

g) Nas áreas onde já ocorreu o parcelamento do solo e a ocupação urbana, incorporar as áreas verdes (praças ou sistemas de lazer/recreio) que se situem ao longo dos cursos d'água.

h) Fragmentos de vegetação nativa ou arbórea heterogênea nas áreas ao longo dos cursos d'água.

Com a aplicação destes critérios, tem-se como resultado o apresentado na Figura 13, a qual demonstra a área com aptidão para a composição do parque linear do Ribeirão das Pedras.

Figura 13 DELIMITAÇÃO PROPOSTA PARA O PARQUE LINEAR



ESTUDO DAS VÁRZEAS VISANDO O CONTROLE DAS CHEIAS URBANAS E A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA, O CASO DO PARQUE LINEAR DO RIBEIRÃO DAS PEDRAS, CAMPINAS, SP

Com a delimitação indicada, o parque linear apresentaria área total de 498,42ha, o que representa 16,75% da área total da bacia. Tal índice é 64% superior ao obtido com a aplicação do Código Florestal (áreas de preservação permanente) com base no mapeamento do IGC (1979).

No interior da área destinada ao parque linear estariam inseridos 141,97ha de formações vegetais arbóreas heterogêneas, as quais representam o se pode chamar de testemunho da vegetação natural autóctone da bacia, ou o que sobrou dela. Sua preservação representa a garantia da conservação do banco genético de espécies da fauna e flora de ocorrência natural na bacia hidrográfica.

Da área total do parque, 66,95% é composto por planícies de inundação e lagos, que se encontram completamente inseridos, podendo abrigar as bacias de retenção de maneira a garantir o controle da macro-drenagem urbana, com capacidade de anular impactos da urbanização no deflúvio da bacia para determinadas intensidades de precipitação e taxas de impermeabilização do solo.

O reflorestamento ciliar de trechos contínuos das planícies de inundação pode garantir a conectividade dos fragmentos de vegetação nativa remanescentes, garantindo condições para o fluxo gênico de espécies da fauna e flora, criando assim uma situação mais favorável para a conservação da biodiversidade de espécies na bacia hidrográfica.

O perímetro da área destinada ao parque linear atinge cerca de 61,4km, o qual fica em contato direto com o tecido urbano, compondo a paisagem da ocupação da bacia hidrográfica. No caso da locação de trilhas para caminhada ou ciclovia na borda do parque linear, a extensão total dos mesmos poderia atingir tal marca.

A ciclovia deve estar situada na planície de inundação, de maneira a manter a característica de baixas declividades e pequenas rampas, bem como de continuidade e afastamento do sistema viário tradicional, garantindo condições e o incentivo para o uso da bicicleta como um meio de transporte saudável e sustentável entre bairros, universidades e empresas situadas na bacia hidrográfica.

As áreas destinadas ao lazer e recreação da população, priorizando equipamentos que mantenham a permeabilidade do solo, devem estar inseridas nas planícies de inundação, em áreas desprovidas de vegetação arbórea ou implantadas para a redefinição do uso em caso de áreas degradadas por atividade mineral, depósito de entulhos ou processos intensos de erosão ou assoreamento. Devem ser implantadas de forma integrada com a revegetação das margens dos cursos d'água e projetos de arborização que utilizem as espécies adaptadas descritas nos itens anteriores, de acordo com suas características.

Dessa forma, conclui-se que a delimitação da área por meio da aplicação dos critérios adotados permite que o parque linear apresente condições de desempenhar múltiplas funções como área verde urbana, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável e a qualidade ambiental e de vida da população.

6. CONCLUSÕES

O presente trabalho apresentou uma proposta de metodologia para a inserção das várzeas no contexto do planejamento físico-territorial regional, visando otimizar sua função no controle de cheias urbanas e a definição de critérios para a restauração ecológica das áreas de situadas ao longo dos cursos d'água, resultando na composição de uma área verde com múltiplas funções, na forma de um parque linear.

O estudo indicou que, para a situação da bacia do Ribeirão das Pedras, as áreas de preservação permanente exigidas pela legislação não previnem a ocupação das áreas de planície de inundação, sujeitando a ocupação urbana legal aos processos de inundação temporária, agravados por altas taxas de impermeabilização, características dos processos de ocupação na região metropolitana.

Conforme o modelo utilizado, as planícies de inundação remanescentes são suficientes para desempenhar o papel de bacias de retenção, visando o armazenamento temporário de água e o amortecimento da onda de cheia, sendo possível anular o impacto da urbanização nos valores de vazão de pico no exutório da bacia, desde que fossem adotadas taxas de impermeabilização totais máximas na ordem de 65%, incluindo aí as áreas verdes, as destinadas aos lotes, sistema viário ou áreas institucionais.

Foram mapeados na bacia hidrográfica três geoambientes, definidos pela dinâmica hídrica: geoambiente de terra firme, geoambiente ciliar de inundações temporárias e geoambiente ciliar brejoso, os quais determinam a possibilidade de uso e característica das técnicas para a restauração ecológica.

A implantação do sistema de bacias de retenção, que reduziriam os valores de vazão de pico no canal para os níveis próximos do original, associada ao plantio de árvores adequadas a cada geoambiente encontrado, garante as condições para a execução de projetos de restauração ecológica das áreas de fundo do vale.

A restauração ecológica *sensu lato* demonstrou não ser viável na totalidade da área, devendo estar obrigatoriamente associada às técnicas de reabilitação e redefinição, o que

possibilitaria à área verde o desempenho de inúmeras funções benéficas ao ecossistema natural e urbano, podendo se consolidar de maneira sustentável nessas condições.

Com base nesta metodologia, entende-se ser possível o planejamento físico territorial das áreas de expansão urbana, com base em critérios hidrológicos e de conservação da biodiversidade, integrados às novas funções que devem ser desempenhadas pelas áreas verdes urbanas, tendo em vista a necessidade de se garantir a qualidade de vida e ambiental nas regiões metropolitanas.

7. RECOMENDAÇÕES

Tendo em vista que o presente trabalho busca o desenvolvimento de metodologia para o planejamento e gestão das áreas de fundo de vales inseridas em ambientes urbanos, sendo aplicado a uma situação real da bacia do Ribeirão das Pedras, tornam-se necessárias recomendações específicas que garantam a aplicabilidade das medidas propostas nos processos de licenciamento e gestão da bacia hidrográfica. Assim, ficam definidas as seguintes recomendações a serem adotadas no caso da implementação prática do presente trabalho.

7.1 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DAS BACIAS DE DETENÇÃO

O presente estudo foi desenvolvido na escala 1:10.000, resultando em critérios e definições preliminares que devem ser adotados no contexto da bacia hidrográfica como um todo. Entretanto, a implantação de cada bacia de retenção deve ser precedida de cálculos e projetos detalhados que venham a garantir o desempenho das funções previstas.

Os extravasadores ou vertedouros das bacias de retenção devem ser projetados detalhadamente visando a definição do tipo, formato e dimensões da estrutura, que determine a curva cota-vazão desejada. O cálculo estrutural deve ser elaborado de maneira a garantir a estabilidade da obra de engenharia. Como critério de projeto, devem ser adotados soluções que não dependam de operação, tais como abertura e fechamento de comportas, reduzindo as possibilidades de falha humana ou operacional que venham a prejudicar o desempenho do sistema. Devem ser previstas estruturas de proteção que reduzam as chances de entupimento ou obstrução dos extravasadores, que causariam a alteração das vazões de projeto. Tais estruturas devem ser projetadas de maneira a facilitar a realização de manutenção, como a remoção de detritos a ser realizada sempre que necessário, facilitando o acesso de equipamentos necessários para tanto.

Os reservatórios devem ser projetados com base em levantamento topográfico detalhado, possibilitando o cálculo de volumes a serem armazenados e da curva cota-volume de cada bacia de retenção, de maneira a atender os parâmetros previstos pelo presente trabalho. No levantamento topográfico devem ser delimitados os geoambientes a serem

formados no interior do reservatório, possibilitando o detalhamento dos projetos de restauração, reabilitação ou redefinição a serem implantados em cada situação.

7.2 ANÁLISE DE RISCOS E COLAPSO DO SISTEMA

A implantação de um sistema de bacias de detenção envolve a possibilidade da ocorrência de situações não previstas, que podem levar à geração de situações críticas que agravariam as consequências de uma determinada precipitação.

No caso mais crítico, a ocorrência de uma precipitação excepcional, acima do previsto em projeto, poderia levar ao rompimento das estruturas e a liberação de volumes de água, podendo inclusive gerar um efeito 'cascata' com a ruptura de sucessivas bacias, gerando uma situação catastrófica nas áreas à jusante.

Neste caso, a adoção da presente metodologia, que prioriza a preservação das várzeas naturais atuando com bacia de detenção (sem o acúmulo permanente de água), configura uma alternativa de menor risco com relação à implantação de bacias de retenção (onde há a formação de reservatórios com o acúmulo permanente de volumes de água), os quais na hipótese de ruptura acrescentariam volumes de água adicionais aos oriundos da precipitação, agravando a situação. Dessa forma, a formação de espelhos de água permanentes deve ser considerada prevendo a acumulação de volumes pouco significativos ou a adoção de medidas que garantam a integridade dos barramentos.

Em qualquer caso, entretanto, a ruptura das estruturas de contenção deve ser evitada. Para tanto, devem ser previstos nos projetos estruturas de extravazamento emergenciais que contemplem as situações mais críticas possíveis, dimensionadas com base na PMP (precipitação máxima provável) e em condições de saturação hídrica dos solos, de maneira a garantir a funcionalidade e estabilidade do sistema em qualquer condição, evitando os riscos de acidentes. O monitoramento permanente e adoção de medidas adicionais, se necessários, são outras medidas que devem ser consideradas na gestão do sistema de bacias de detenção.

7.3 CONTROLE DA EROSÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA

A erosão hídrica dos solos é um processo que ocorre naturalmente em bacias hidrográficas, sendo intensificadas quando da sua utilização, seja para fins agrícolas quanto na urbanização.

As atividades agrícolas são responsáveis por um significativo incremento da produção de sedimentos na bacia, especialmente nos usos mais intensos como no caso de culturas anuais e mecanizadas. A adoção de técnicas de conservação dos solos, tais como o respeito a capacidade de uso das terras, terraceamento agrícola, correção de processos erosivos intensos, implantação de canais escoadouros, cultivo em nível e plantio direto devem ser medidas a serem adotadas nas áreas com uso agropecuário, visando reduzir as taxas de erosão dos solos e garantir condições mais próximas da original no transporte de sedimentos pelo canal fluvial, contribuindo para estabilidade do sistema projetado.

As taxas de erosão tendem a subir significativamente durante o processo de urbanização da bacia, principalmente devido à movimentação de terra e aumento e concentração da energia do escoamento superficial. Com a urbanização consolidada, as taxas de erosão tendem a novamente a reduzir, desde que implantados adequadamente os sistemas de coleta e lançamento de águas pluviais.

Durante os processos de urbanização, podem ser adotadas algumas medidas para redução das taxas de erosão dos solos, dentre as quais:

- Realização de movimentos de terra mais intensos apenas no período da estiagem, garantindo a conclusão das estruturas de captação, transporte e lançamento de águas pluviais anteriormente ao início do período das chuvas;
- Adoção de medidas de controle de erosão temporárias no desenvolvimento das obras de terraplenagem, tais como bacias de contenção e sedimentação, canais escoadouros, monitoramento das obras visando desacelerar o escoamento, revestimento com mantas ou gramíneas das áreas suscetíveis, entre outros;

- Nas obras de novos loteamentos, concentrar as obras de terraplenagem para a implantação do sistema viário, mantendo as quadras com a cobertura vegetal existente e devidamente terraceadas;
- Implantar as galerias de águas pluviais prevendo o seu lançamento em pontos baixos do terreno (já na planície de inundação), contemplando as estruturas necessárias para a dissipação de energia nos pontos de lançamento.

7.4 CONTROLE DO ASSOREAMENTO E TRANSPORTE DE DETRITOS

Sendo a erosão um processo natural das bacias hidrográficas, o assoreamento da rede hídrica é natural e responsável pela formação das planícies de inundação. Entretanto, taxas elevadas de erosão podem levar a um processo de assoreamento intenso que compromete a capacidade de vazão do canal fluvial e as formas de vegetação natural ou recuperada nos fundos de vale.

A implantação do sistema de bacias de retenção e do modelo de recuperação adotado carece da implantação de bacias de sedimentação de maneira a manter o controle dos níveis de transporte de sedimentos pelo canal fluvial. Tais bacias de sedimentação, configuradas por pequenos espelhos de água localizados a montante das bacias de retenção previstas, permitiria a retenção e remoção localizada de sedimentos mais grosseiros e detritos, concentrando as atividades de desassoreamento nesses pontos, a serem realizadas periodicamente. Dessa forma, ao evitar a propagação e deposição dos sedimentos e detritos ao longo do canal e nas bacias de retenção, garante-se a manutenção da eficiência do sistema proposto e possibilita-se a recuperação da vegetação na planície e bordas do canal, evitando ações de desassoreamento generalizadas que são incompatíveis com a conservação da vegetação e geram impactos em todo o sistema.

As bacias de sedimentação podem ser associadas com estruturas de retenção de detritos, tais como grades, possibilitando que sua remoção se dê nos pontos localizados e evitando sua dispersão e transporte pelo canal. O acúmulo dos detritos em pontos de fácil acesso e de visibilidade possibilitaria a realização de campanhas de educação ambiental,

demonstrando na prática que o destino do lixo jogado nas ruas é o ribeirão, de maneira a conscientizar a população da necessidade do manejo adequado de resíduos sólidos.

7.5 CANALIZAÇÕES

A aplicação da presente metodologia permite a avaliação de trechos onde é necessária a realização de canalizações do curso d'água e de trechos onde a mesma não é recomendável, tendo em vista o objetivo de aproveitamento das planícies de inundação no acúmulo temporário de água, visando o amortecimento das ondas de cheias.

No caso da bacia do Ribeirão das Pedras, verificou-se que o único trecho do curso d'água onde é recomendável a adoção da canalização é o trecho situado no Distrito de Barão Geraldo onde as edificações ocorrem no interior da planície de inundação, em área de preservação permanente. Neste caso, por já haver edificações consolidadas nas margens do ribeirão, em loteamentos legalmente constituídos, e onde há problemas frequentes de inundações, é necessária a adequação da capacidade de vazão do canal para a solução do problema existente. Tal trecho se resume a cerca de 375 metros à montante da Avenida Atílio Martini, e a 500 metros a jusante da mesma. No trecho de cerca de 400 metros à jusante da Av. Oscar Pedroso Horta, até a travessia do Ribeirão das Pedras sob a Estrada da Rhodia, também faz-se necessária a canalização, tendo em vista a ocorrência de inundações frequentes de áreas habitadas, uma vez que os loteamentos aprovados à época (décadas de 60 e 70) locaram lotes no interior da planície de inundação.

Nos demais trechos do Ribeirão das Pedras e de seus afluentes não deve ser adotada a solução de canalização, visando manter a capacidade de amortecimento das ondas de cheia das planícies de inundação. Excluem-se soluções pontuais onde seja necessária a proteção de margens contra processos erosivos, em especial nas embocaduras e saídas dos bueiros de travessias e vertedouros das bacias de detenção, onde se recomenda a adoção de gabiões, com projeto devidamente detalhado.

7.6 TRANSPOSIÇÕES DO SISTEMA VIÁRIO

A presente metodologia permite a definição de pontos da rede hídrica onde possam ser locadas as transposições do sistema viário, visando o menor impacto ambiental sobre as áreas de preservação permanente, áreas com vegetação nativa, várzeas e áreas recomendadas para a locação das bacias de detenção. Dessa forma, as transposições viárias a serem implantadas devem ser locadas de maneira a configurar os barramentos que formarão as bacias de detenção, sendo o dimensionamento dos bueiros determinado através da curva cota-vazão e cota-volume a ser determinada por meio de projeto executivo, buscando atender aos critérios gerais determinados no presente trabalho.

Não deve ser permitida a locação de novas transposições que não venham a configurar as bacias de detenção, ou que interfiram nas áreas previstas para inundação em função das mesmas, ou em áreas com vegetação arbórea nativa ou com o geoambiente ciliar brejoso, sendo recomendado que se limitem àquelas necessárias para configurar os barramentos que compõe as bacias de detenção.

No caso da bacia do Ribeirão das Pedras, ficam definidos os seguintes critérios para a locação de diretrizes viárias que transponham a rede hídrica:

- No trecho situado entre a nascente do Ribeirão das Pedras até a Rodovia D. Pedro I, não deve ser prevista qualquer nova diretriz viária que atravesse o curso d'água e seus afluentes.
- No trecho entre a Rodovia D. Pedro I e a Avenida Romeu Tórtima, apenas duas novas diretrizes macroviárias devem ser locadas: a primeira deverá configurar o barramento da bacia de detenção 7, e a segunda configurar o barramento da bacia de detenção 8.
- No trecho entre a Avenida Romeu Tórtima e a Estrada da Rhodia não deve ser locada qualquer nova diretriz viária que transponha o Ribeirão das Pedras, tolerando-se a adequação das já existentes.
- Da mesma forma, no trecho entre a Estrada da Rhodia e a foz do Ribeirão das Pedras no Ribeirão das Anhumas não devem ocorrer novas diretrizes viárias, tolerando-se a adequação das já existentes.

- No caso do afluente do Ribeirão das Pedras que nasce na Fazenda Anhumas e atravessa a UNICAMP, podem ser previstas duas travessias do sistema viário sobre os cursos d'água: a primeira para compor o barramento da bacia de detenção 11, e a segunda configurar o barramento da bacia de detenção 14. Além dessas, não devem ser previstas quaisquer novas diretrizes viárias que atravessem o curso d'água e seus afluentes.
- No caso da sub-bacia que nasce na Mata de Santa Genebra e deságua na Lagoa da Fazenda Rio das Pedras, podem ser previstas três travessias do sistema viário sobre os cursos d'água: a primeira para compor o barramento da bacia de detenção 16, a segunda para compor o barramento da bacia de detenção 17 e a terceira para compor o barramento da bacia de detenção 18. No caso específico da planície de inundação do córrego que nasce no Betel e deságua na lagoa da Fazenda Rio das Pedras, não deve ser tolerada qualquer travessia pelo sistema viário, de maneira a preservar um testemunho das condições naturais dessas áreas, mantendo tal área para preservação da biodiversidade, armazenamento de água e área de esporte e lazer da população, com equipamentos que mantenham a permeabilidade do solo.
- No caso de diretrizes viárias que acompanhem paralelamente os cursos d'água, deve ser respeitado o recuo mínimo de 15,00 metros com relação ao leito maior excepcional, mapeado no presente trabalho, ou de 30,00 metros com relação ao leito maior sazonal, em respeito ao Código Florestal. O recuo mínimo deve ser o maior entre as duas alternativas acima citadas, resguardando-se que os taludes resultantes da obra não devem interferir nessas faixas de recuo.

8. BIBLIOGRAFIA UTILIZADA

AB`SABER, A. N. O Suporte Geocológico das Florestas Beiradeiras (Ciliares)”, In Rodrigues R. R. & Leitão Filho H. F. (Editores) “**Matas Ciliares, Conservação e Recuperação**”, 2º Edição, Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2001.

ALMEIDA, J.R., et al. Principais solos de várzeas do Estado de Minas Gerais e suas potencialidade agrícolas. Informe Agropecuário, **Revista EPAMIG** vol. 9 (nº 105), Belo Horizonte, MG, 1983.

ANDRADE, F.H. **Ecologia Florestal**, Universidade de Santa Maria, Santa Maria, RS, 1978.

ARONSON, J.; FLORET, C.; LE FLOC`H, E.; OVALLE, C. & PONTANIER, R. “Restauration ET Rehabilitation des Écosystèmes Dégradés em Zones Arides et Semi-arides. Vocabulaire et lês Concepts”. In PONTANIER, R.; HIRI, A.; AKRIMI, N.; ARONSON, J. & LE FLOC`H, E. L **’Homme Peut – il Refaire ce qu’il a Défait?** John Libbey Eurotext, Paris, FR, 1995.

AZEVEDO NETO J.M., FERNANDEZ, M.F., ARAÚJO, R., ITO, A. E. “**Manual de Hidráulica**”, Editora Edgard Blücher - 8ª Edição – 1998.

BARBOSA, L. M., “Consideração Gerais e Modelos de Recuperação de Formações Ciliares”, In Rodrigues R. R. Leitão Filho H. F. (Editores) “**Matas Ciliares, Conservação e Recuperação**”, 2º Edição, Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2001.

BARBOSA, L.M. et al.; Ensaio para estabelecimento de modelos de recuperação de áreas degradadas de matas ciliares, Mogi-Guaçu, SP.- Nota prévia, I Simpósio sobre mata ciliar, **Anais...**, pags. 268 a 283, Fundação Cargill, Campinas, SP, 1989.

BARBOSA, L. M. & MARTINS, S.E. “**Espécies Arbóreas Nativas: indicação por região e ecossistema do Estado de São Paulo**”, Instituto de Botânica, SP, 2002

BARELLA, W, JÚNIOR, M. P., SMITH, W. S. & MONTAG. L. F. A. “As Relações Entre as Matas Ciliares, os Rios e os Peixes”, In Rodrigues R. R. Leitão Filho H. F. (Editores)

“**Matas Ciliares, Conservação e Recuperação**”, 2º Edição, Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2001.

BERTONI, J.E.A.; MARTINS, F.R.; MORES, F.R. & SHEPHERD, G.J. **Composição florística e estrutura fitossociológica do Parque Estadual de Vaçununga, Santa Rita do Passa Quatro, SP - Gleba Praxedes**. Bol. Técnico Inst. Florestal 42, 1988

BIELLA, L.C. **Reflorestamento misto com essências nativas na PCH Paraibuna**, 2ª edição, CESP, São Paulo, SP, 1986.

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; PRADO, N. S. & FONSECA, E. M. B. F. **Implantação de Mata Ciliar**. Companhia Energética de Minas Gerais. Belo Horizonte: CEMIG, Lavras, UFLA, 28 p. 1995.

BRAGA, B.D.F. **Gerenciamento Urbano Integrado em Ambiente Tropical**. Seminário de Hidráulica Computacional aplicada a problemas de drenagem urbana, ABRH, São Paulo, SP, 1994.

BRASIL, Ministério das Minas e Energia, **Projeto RADAMBRASIL**; Levantamento dos Recursos Naturais. Folha Rio de Janeiro/Vitória; Vol.32, Rio de Janeiro, 1982.

BROWN JR., K. S. “Insetos Indicadores da História, Composição, Diversidade e Integridade de Matas Ciliares Tropicais”, In Rodrigues R. R. Leitão Filho H. F. (Editores). **Matas Ciliares, Conservação e Recuperação**, 2º Edição, Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2001.

BUDOWSKI, G.; **Distribution of tropical America rain forest species in the light of successional processes**. Turrialba, 15 (40-42), 1965.

CAIRNS JR., J. (ed.) **Rehabilitating Damaged Ecosystems**. In Lewis Publishers Island, Second Edition, Boca Raton, 425p. 1995.

CAMARGO, J.C.H. et al.; **Estudo fitogeográfico da vegetação ciliar do rio Corumbataí, SP**. Publicações do Instituto de Geografia da USP, Série Biogeografia 3, Departamento de Geografia, USP, São Paulo, SP, 1971.

CAMPANA, N. A. **Impacto da Urbanização nas Cheias Urbanas**. Tese de doutorado

Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS, Porto Alegre, RS, 1995.

CAMPINAS, PREFEITURA MUNICIPAL. **Campinas – Subsídios para Discussão do Plano Diretor**, Campinas, SP, 1990.

CAMPINAS, PREFEITURA MUNICIPAL. **Campinas – Plano Diretor**, Campinas, SP, 1995.

CAMPINAS, PREFEITURA MUNICIPAL. **Plano Local de Gestão Urbana de Barão Geraldo**, Campinas, SP, 1996

CANHOLI, A P., **Soluções Estruturais Não Convencionais em Drenagem Urbana**, Tese de Doutorado - Escola Politécnica/USP. São Paulo, 1995

CATHARINO, E. L. M. Florística de matas ciliares. In: BARBOSA, L. M. (org.). Simpósio sobre Mata Ciliar. **Anais...** pag. 61-70, Cargill, Campinas, SP, 1989.

CAVASSAN, O.; CESA, O. & MARTINS, F.R. Fitossociologia da vegetação arbórea da Reserva Estadual de Bauru, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**. 7: 91-106, São Paulo, SP, 1984.

CHRISTOFOLETTI, A.; Depósitos sedimentares e formas topográficas nos canais e nas planícies de inundação, em Notícia Morfológica, **Revista**, vol. 18, no. 36, Departamento de Geografia, PUC – Campinas, SP, 1978.

CHRISTOFOLETTI, A.; Depósitos sedimentares e formas topográficas nos canais e nas planícies de inundação, em Notícia Morfológica, **Revista**, vol. 18, no. 36, PUC – Campinas, SP, 1978.

CHEN, C. Rain Fall Intensity – duration frequency relationships – **Jornal of the Hydraulic Engineering** – ASCE, vol 109, no12, 1983

CHRISTOFOLETTI, A.; FEDERICI, H. **A terra campineira: análise do quadro natural**. Indústrias Gráficas Mousinho, Campinas, SP, 1972.

CHRISTOFOLETTI, A.; **Geomorfologia**, PUC- Campinas, SP, 1980.

COMISSÃO DE SOLOS; Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São

Paulo, CNEPA, Ministério da Agricultura (**Boletim 12**), Rio de Janeiro, RJ, 1960.

COUTINHO, L.M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, 1978.

CRESTANA, M. S. M. ; **Florestas – Sistemas de recuperação com essências nativas**, CATI, SP, 1993.

CURI, N. et al.; Solos de várzeas de Minas Gerais. Informe Agropecuário, **revista**, EPAMIG 13 (152), Belo Horizonte, MG, 1988.

DAEE - **Banco de dados pluviométricos do Estado de São Paulo**” Departamento de Águas e Energia Elétrica, São Paulo, SP, 1997.

DONZELLI, J.L., et al. **Fisiografia, solos e aptidão agrícola de várzeas da Depressão Periférica e Planalto Ocidental Paulista - rio Mogi-Guaçu**. - Convênio Secretaria da Agricultura/FINEP, Campinas, SP, 1978;

DURIGAN, G. & NOGUEIRA, J.C.B.; **Recomposição de Matas Ciliares**, Série Registros, no.4, Instituto Florestal, São Paulo, SP, 1990.

DURIGAN, G.; **Florística e Fitossociologia de Matas Ciliares no Oeste do Estado de São Paulo**, Tese (doutorado), Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas, SP, 1994.

FALK, D. A.; MILLAR, C. I. & OLWELL, M. (eds.) “Restoring Diversity”: In **Strategies for Reintroduction of Endangered Plants**. Island Press, Washington, 505p. 1996.

FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica **Manual do Cabc – Simulador hidrológica de Bacias Complexas**, Versão 2.02, FCTH, USP, São Paulo, SP, 1999

FONTES, A. R. M. & BARBOSSA, A. P. “Diagnóstico e Prognóstico da Ocupação e da Impermeabilização Urbanas”, In **Revista Brasileira de Recursos Hídricos ABRH / Associação Brasileira de Recursos Hídricos – Vol.8, n.2 (2003) – Porto Alegre/RS: ABRH, 2003.**

FUNDAÇÃO FLORESTAL; **Plano de Desenvolvimento Florestal Sustentável**.; Secretaria do Meio Ambiente, S. Paulo, SP. 1993.

GALLI, L.F., GONÇALVES J.C. Reflorestamento de áreas degradadas. Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, Caderno 3, CESP, São Paulo, SP, 1996.

GANDOLFI, S.; LEITÃO-FILHO, H.F. & BEZERRA, C.L.F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP.. **Revista Bras. Biol.** 55 (4): 753-767, 1995.

GENOVEZ, A. M.; **Avaliação dos Métodos de Estimação das Vazões de Enchente para Pequenas Bacias Rurais do Estado de São Paulo**, Tese para obtenção de Livre Docência em Hidrologia, UNICAMP, Campinas-SP, 1991.

GENOVEZ, A. M. & ZUFFO, A. C. **Chuvas Intensas no Estado de São Paulo – Estudos Existentes e Análise Comparativa. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Volume 5, no 3, pág.45-58 ABRH, Porto Alegre, RS, 2000.**

GIBBS, P.E. & LEITÃO FILHO, H.F. Floristic composition of an area of gallery forest near Mogi Guaçu, state of São Paulo, S.E. Brazil.. **Revista Bras. Bot.** 1: 151-156, 1978

GRAF, W.L.; A Lei da Razão em geomorfologia fluvial. *Notícia Morfológica*, **Revista**, vol. 18, no. 36, Departamento de Geografia, PUC Campinas, SP, 1978.

HENKLAIN, J.C. (coord.); Potencial de uso agrícola das várzeas do Estado do Paraná. **Boletim Técnico** 24, vol. 2, IAPAR, Londrina, PR, 1994.

HERNANDEZ, V. Ainda as equações de chuvas intensas – pode-se generalizar? IX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, **Anais...**, Rio de Janeiro, RJ, 1991.

IBAMA. **Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração**, Brasília. IBAMA, 96 p. 1990.

IBGE, **Carta Brasil** ,1:50.000, Folha Campinas, Rio de Janeiro, 1974.

IGC – Instituto Geográfico e Cartográfica **Plano Cartográfico do Estado de São Paulo –** Mapeamento na Escala 1:10.000, São Paulo, SP, 1979.

INSTITUTO GEOLÓGICO; **Subsídios do Meio Físico-Geológico ao Planejamento do Município de Campinas**, SP, São Paulo, SP,1993

JACOMINE, P. K. T. “Solos Sob Matas Ciliares”, “ in Rodrigues R. R. Leitão Filho H. F. (Editores) “**Matas Ciliares, Conservação e Recuperação**”, 2º Edição, Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2001.

JOLY, C. A., SPIGOLON, J. R., LIEBERG, S. A., SALIS, S. M, AIDAR, M. P. M., METZGER, J. P. W., ZICKEL, C. S., LOBO, P. C., SHIMABUKURO, M. T., MARQUES, M. C. M. & SALINO, A. “Projeto Jacaré-Pepira – O Desenvolvimento de um Modelo de Recomposição da Mata Ciliar com Base na Florística”, In Rodrigues R. R. Leitão Filho H. F. (Editores) “**Matas Ciliares, Conservação e Recuperação**”, 2º Edição, Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2001.

JOLY, C.A.; Heterogeneidade ambiental e diversidade de estratégias adaptativas de espécies arbóreas da mata de galeria. X Simpósio da Academia de Ciências de São Paulo, **Anais do**, (19-38), São Paulo, SP, 1986.

KAGEYAMA, P.Y. (coord.) “**Estudo para Implantação de Matas Ciliares de Proteção na Bacia Hidrográfica do Passa Cinco Visando a Utilização para Abastecimento Público**”. Relatório de Pesquisa. Piracicaba, ESALQ/USP/DAE, 236 p. 1986.

KAGEYAMA, P. & GANDARA, F. B. “Recuperação de Áreas Ciliares”, In Rodrigues R. R. Leitão Filho H. F. (Editores) “**Matas Ciliares, Conservação e Recuperação**”, 2º Edição, Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2001.

KAGEYAMA, P.Y.; **Estudo para implantações de matas ciliares de proteção na bacia hidrográfica do Passa Cinco, visando a utilização para abastecimento público**, Relatório de Pesquisa, DAEE, ESALQ/USP, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 1986.

KAGEYAMA, P.Y; I Curso de Reciclagem Técnica - Vegetação, **Apostila do**, DEPRN, São Paulo, SP, 1993.

KLEIN, R. M. “Síntese Ecológica da Floresta Estacional da Bacia do Jacuí e Importância do Reflorestamento com Essência Nativas (RS)”. In Congresso Florestal Estadual do Rio Grande Do Sul, **Anais**, 2: 265-278. 1984.

KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O.; **Composição florística e estrutura de uma mata mesófila semidecídua na cabeceira do rio da Cachoeira, Serra de Itaqueri, Itirapina, SP**. Dissertação (mestrado), Instituto de Biologia, UNICAMP, SP, 1989.

LEITÃO FILHO, H. F. Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS,. **Anais...** Silvicultura em S. Paulo, v. 16A, pt. 1, p. 197-206, Campos do Jordão, SP, 1982.

LEITÃO FILHO, H.F.; **Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil**, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF, Piracicaba, SP, 1987.

LEITÃO FILHO, H.F.; A flora arbórea dos cerrados do Estado de São Paulo, Hoehnea, **Revista**, 19(1/2), 151-163, Instituto de Botânica, SP, 1992.

LEITÃO FILHO, H.F et al.; **Estudo de ecologia da mata ciliar dos rios Mogi-Guaçu e Peixe - PCH Mogi-Guaçu** Relatório de Atividades Abril/1993 a Abril/1994. Parque Ecológico da UNICAMP, Campinas, SP, 1994.

LEITÃO FILHO H.F. A vegetação na Mata de Santa Genebra, in MORELLATO, P.C.; LEITÃO FILHO, H.F. (org.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra. Campinas, SP**. Editora da UNICAMP, 1995.

LEOPOLD, L. B., **Hydrology for Urban Planning: A Guide Book on the Hydrologic**, 1968.

LEPSCH, I.F. coordenador; **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, SP, 1991.

LIMA, W. P & ZAKIA, M. J. B. “Hidrologia de Matas Ciliares”, In Rodrigues R. R. Leitão Filho H. F. (Editores) “**Matas Ciliares, Conservação e Recuperação**”, 2º Edição, Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2001.

LOMBARDI et al.; **Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas**. Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, Campinas, SP, 1994.

LOMBARDI NETO, F. et al “**Nova abordagem para o cálculo do espaçamento entre terraços**” **Simpósio sobre terraceamento agrícola** , Fundação Cargill, Campinas, SP, 1988.

LORENZI, H.; **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil**, volumes 1, Ed. Plantarum, Nova Odessa, SP, 1992.

MACEDO, A.C.; Revegetação - Matas ciliares e de proteção ambiental Fundação Florestal, S. Paulo, SP, 1993.

MANTOVANI, W. et al.; Estudos fitossociológicos de áreas de mata ciliar em Mogi-guaçu, SP I Simpósio Sobre Matas Ciliares, **Anais do**, pags. 235 a 267, Fundação Cargill, Campinas, SP, 1989.

MARCHETTI, D.A.B. & Garcia, G.J.; **Princípios de fotogrametria e fotointerpretação** Ed. Nobel, S. Paulo, SP, 1977.

MARINHO-FILHO, J. & GASTAL, M. L. “Mamíferos das Matas Ciliares dos Cerrados do Brasil Central”, In Rodrigues R. R. Leitão Filho H. F. (Editores) “**Matas Ciliares, Conservação e Recuperação**”, 2º Edição, Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2001.

MARTINEZ, “**Equações de chuvas intensas para o Estado de São Paulo**” – DAEE, São Paulo, 1999.

MARTINS, F.R.; **Estrutura de uma floresta mesófila**. Editora da UNICAMP, Campinas, SP, 1991.

MATTHES, L.A.F. **Composição florística, estrutura e fenologia de uma floresta residual do Planalto Paulista: Bosque dos Jequitibás (Campinas, SP)**. Dissertação (Mestrado em Biologia/Ecologia Instituto de Biologia- UNICAMP, Campinas: 1980.

MATTHES, L.A.F.; LEITÃO-FILHO, H.F. & MARTINS, F.R. Bosque dos Jequitibás (Campinas, SP): composição florística e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo. In: RODRIGUES, J. D. (org.). 1988. Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo (V : Botucatu : 1985). **Anais**. p. 55-76.

MATTOS, C.O. **Contribuição ao planejamento e gestão da área de proteção ambiental de Sousas e Joaquim Egídio. Campinas, São Paulo**,. dissertação (Mestrado em Biologia/Ecologia). Instituto de Biociências – USP, 1996

Mc CUEN, R.H. “**A guide to hydrologic analysis using SCS method**” Prentice - Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1982.

MORELLATO, P.C. (org.). **História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação**

de uma área florestal no Sudeste do Brasil. São Paulo, SP. Editora UNICAMP/FAPESP, Campinas, SP, 1992.

MORELLATO, P.C.; LEITÃO FILHO, H.F. (org.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra. Campinas, SP.** Editora da UNICAMP, 1995.

OCCHIPINTI, A.G. MARQUES, P. M. “**Análise das máximas intensidades de chuva na cidade de São Paulo**” Observatório de São Paulo, São Paulo, 1965.

OECD. **Control of Water Pollution from Urban Runoff.** Organization for Economic Cooperation and development. Paris, FR, 1986.

OLIVEIRA, J.B. MENK, J. R. F., ROTTA, C.L. **Levantamento Pedológico Semi-detalhado do Estado de São Paulo, quadrícula Campinas,** IAC, Campinas, SP, 1979.

OLIVEIRA, J.B., CAMARGO M. N., ROSSI, M., CALDERADNO FILHO, B. ; **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, - Legenda Expandida,** EMBRAPA, IAC, Campinas, SP, 1999.

OLIVEIRA, P.S.G. ‘**Relação solo-vegetação aplicada ao planejamento da recomposição das matas ciliares na hidroelétrica Mogi-guaçu, no rio Mogi-guaçu, SP**’, dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, 1997.

OLIVEIRA, P.S.G. PEREZ FILHO, A.; Aplicação da fotografia aérea na recomposição de matas ciliares em bacias hidrográficas. XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola , **Anais do**, pags. 441 a 456, Ilhéus, BA, 1993.

OLIVEIRA, P.S.G. PEREZ FILHO, A.; Metodologia para recomposição de matas ciliares - I Congresso Brasileiro de Análise Ambiental , **Resumos do**, pags. 107 a 108, Rio Claro, SP, 1994.

PEREZ FILHO, A. et al.; Relação Solo-Geomorfologia em várzea do rio Mogi-Guaçu, SP **Revista Brasileira. de Ciência do Solo** no. 4, pags.181 a 187, São Paulo, SP, 1980.

PFASTETTER, O. “**Chuvas intensas no Brasil**” Departamento Nacional de Obras de Saneamento, Rio de Janeiro, 1957.

PFASTETTER, O. “**Deflúvio Superficial**” Serviço de Divulgação do Departamento Nacional de Obras de Saneamento, Rio de Janeiro, 1956.

POMPÊO, C. A. “Drenagem Urbana Sustentável”, In **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** ABRH / Associação Brasileira de Recursos Hídricos – Vol.5, n.1 (2000) – Porto Alegre/RS: ABRH, 2000.

PONÇANO, W.L. ET AL., : **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**, volume 1, Série Monografias no 5, IPT, São Paulo, 1981.

PONÇANO, W.L., et al. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. escala 1:1.000.000**, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, SP, 1981.

PORTO, R. L. L. “Escoamento Superficial Direto”, In **Drenagem Urbana** / Tucci, C. E. M., Porto R. L. L., Barros, M. T. (Organizadores) – Porto Alegre: ABRH/Editora d Universidade/UFRGS, 1995.

PORTO, R. M. Análise do desempenho de bacias de detenção. In **Drenagem Urbana**. Braga, B, Tucci, C.E. e Tozzi M. Editora da Universidade UFRGS, Porto Alegre, RS, 1998.

PORTO, R.M. **Hidráulica básica** – Escola de Engenharia de São Carlos – São Carlos, SP, 2001

PRADO, H. **Os solos do Estado de São Paulo – mapas pedológicos**. Piracicaba, SP, 1997.

RIGHETTO, A. M. “Hidrologia e Recursos Hídricos” ,São Carlos : EESC-USP, 1998.

RODRIGUES, R.R.; **Levantamento Florístico e Fitossociológico das matas da Serra do Japi, SP**. Dissertação (mestrado), Instituto de Biologia, UNICAMP, SP, 1986.

RODRIGUES, R.R.; **Análise de um remanescente de vegetação natural às margens do rio Passa Cinco, Ipeúna, SP**. Tese (doutorado), Instituto de Biologia, UNICAMP, SP, 1992.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H F. & CRESTANA,M. S. M. “Revegetação do entorno da Represa de Abastecimento de Água do Município de Iracemápolis, SP”. In Simpósio Nacional de Recuperação de Águas degradadas. **Anais**, UFPR, 407: 416. 1992.

RODRIGUES, R.R . Aspectos da sucesão ecológica, in MORELLATO, P.C.; LEITÃO FILHO, H.F. (org.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra. Campinas, SP**. Editora da UNICAMP, 1995.

RODRIGUES, R. R. & GANDOLFI, S. “Recomposição de Floresta Nativa: Princípios Gerais e Subsídios para uma Definição Metodológicas”. In **Revista Bras. Hort. Orn.**, Campinas, v. 2, p. 4-15. 1996.

RODRIGUES, R. R. “Uma Discussão Nomenclatural das Formações Ciliares”, In Rodrigues R. R. Leitão Filho H. F. (Editores) “**Matas Ciliares, Conservação e Recuperação**”, 2º Edição, Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2001.

RODRIGUES, R. R. & SHEPHERD, G. J. “Fatores Condicionantes da Vegetação Ciliar”, In Rodrigues R. R. Leitão Filho H. F. (Editores) “**Matas Ciliares, Conservação e Recuperação**”, 2º Edição, Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2001^a.

RODRIGUES, R. R. & NAVE, A. G. “Heterogeneidade Florística das Matas Ciliares”, In Rodrigues R. R. Leitão Filho H. F. (Editores) “**Matas Ciliares, Conservação e Recuperação**”, 2º Edição, Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2001b.

RODRIGUES, R. R. & GANDOLFI, S. “Conceitos, Tendências e Ações para a Recuperação de Floretas Ciliares”, In Rodrigues R. R. Leitão Filho H. F. (Editores) “**Matas Ciliares, Conservação e Recuperação**”, 2º Edição, Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2001c.

SALIS, S.M.; **Composição florística e estrutura de um remanescente de mata ciliar do rio Jacaré-Pepira, Brotas, SP**. Dissertação (mestrado), Instituto de Biologia, UNICAMP, SP, 1990.

SALVADOR, J.L.G.; "**Considerações sobre matas ciliares e a implantação de reflorestamentos mistos nas margens de rios e reservatórios**", 1a. edição, Série Divulgação e Informação - CESP, S. Paulo, SP, 1987.

SALVADOR, J.L.G.; Reflorestamento ciliar de açudes, Série Divulgação e Informação, CESP, S. Paulo, SP, 1989(a).

SALVADOR, J.L.G.; **Considerações sobre matas ciliares e a implantação de reflorestamentos mistos nas margens de rios e reservatórios**, 2a. edição, Série Divulgação e Informação - CESP, S. Paulo, SP, 1989(b).

SANTIN, D.A. **A vegetação Remanescente do município de Campinas (SP): mapeamento, caracterização fisionômica e florística, visando a conservação.** Instituto de Biologia - UNICAMP Tese (Doutorado em Botânica). Campinas, SP. 1999.

SANTOS, K. **Flora arbustivo-arbórea do fragmento de floresta estacional semidecidual do Ribeirão Cachoeira, Campinas-SP.** Instituto de Biologia- UNICAMP. Dissertação (Mestrado em Biologia/Botânica). Campinas. 1998.

SCHIAVINI, I.; **Estrutura das comunidades arbóreas de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG).** Dissertação (doutorado), Instituto de Biologia, UNICAMP, SP, 1992.

SCS – SOIL CONSERVATION SERVICE U.S. DEPARTAMENT OF AGRIC. NATIONAL ENGINEERING HANDBOOK – “Hydrology”, section 4, suplement A “The Hidrology Guide”, 1957.

SETZER, J., PORTO, R.L.L. (1979) – “**Tentativa de avaliação do escoamento superficial de acordo com o solo e o seu recobrimento vegetal nas condições do Estado de São Paulo**” Boletim Técnico do DAEE, São Paulo, 1979.

SILVA, V. G. **Legislação Ambiental Comentada**, Editora Fórum, Belo Horizonte, MG, 2002.

SILVA, W. R. & VIELLIARD, J. “Avifauna de Mata Ciliar”, In Rodrigues R. R. Leitão Filho H. F. (Editores) “**Matas Ciliares, Conservação e Recuperação**”, 2º Edição, Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2001.

SILVEIRA, A L.L., Impactos hidrológicos da urbanização de Porto Alegre, 4º Seminário de Hidrologia e Drenagem Urbana, **Anais**, Belo Horizonte, MG, 1999.

SOARES, P.R.B.; **Levantamento do meio físico e recuperação de matas ciliares em planícies de inundação**, Dissertação (mestrado), Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, SP, 1995.

SOS MATA ATLÂNTICA; INPE & ISA **Atlas da Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados no Domínio da Mata Atlântica no período 1990-1995.**

Fundação SOS Mata Atlântica. São Paulo, 1998.

SPIRN, A.W., **O Jardim de Granito**. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo 1995.

TORRES, R.B. , MATTHES, L.A.F., RODRIGUES, R.R. & LEITÃO FILHO, H.F. “**Espécies Florestais Nativas para Plantio em Áreas de Brejo**”, *O agrônomo* , Campinas, 44 (1,2,3), 1992.

TORRES, R.B. , MATTHES, L.A.F. & RODRIGUES, R.R. “ Florística e estrutura do componente arbóreo de mata de brejos em Campinas,SP”, **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 17, n.2, p.189-194, dez.1994.

TOSCANO, L.F.; **Recomposição ciliar da microbacia hidrográfica do córrego do Marinheirinho, Votuporanga, SP**, CATI - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, Boletim Técnico 223, Campinas, SP, 1994.

TUCCI, C.E.M, (org). **Drenagem Urbana** – Associação Brasileira de Recursos Hídricos –ABRH, Editora da Universidade, UFRGS, Porto Alegre, RS, 1995.

TUCCI, C.E.M, “**Modelos Hidrológicos**” – Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, Editora da Universidade UFRGS, Porto Alegre, RS, 1998.

TUCCI, C. E. M. “Coeficiente de Escoamento e Vazão Máxima de Bacias Urbanas”, In **Revista Brasileira de Recursos Hídricos ABRH / Associação Brasileira de Recursos Hídricos** – Vol.5, n.1 (2000) – Porto Alegre/RS: ABRH, 2000a.

TUCCI, C.E.M, (organizador) **Hidrologia – Ciência e Aplicação** – Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, Editora da Universidade UFRGS, 2ªedição, Porto Alegre, RS, 2000b.

TUCCI, C. E. M. ”Aspectos institucionais do controle das inundações urbanas, In **Avaliação e Controle da Drenagem Urbana / Tucci, C. E. M. & Marques, D. M. (Organizadores)** – Porto Alegre: Ed. ABRH, 2001^a.

TUCCI, C. E. M. “Coeficiente de Escoamento e Vazão Máxima de Bacias Urbanas”, In **Avaliação e Controle da Drenagem Urbana** / Tucci, C. E. M. & Marques, D. M. (Organizadores) – Porto Alegre: Ed. ABRH, 2001b.

TUCCI, C. E. M.;”Elementos para o Controle da Drenagem Urbana”, In **Avaliação e Controle da Drenagem Urbana** / Tucci, C. E. M. & Marques, D. M. (Organizadores) – Porto Alegre: Ed. ABRH,2001c.

TUCCI, C. E. M. “Gerenciamento da Drenagem Urbana”, In **Avaliação e Controle da Drenagem Urbana** / Tucci, C. E. M. & Marques, D. M. (Organizadores) – Porto Alegre: Ed. ABRH, 2001d.

TUCCI, C. E. M. “Gerenciamento da Drenagem Urbana”, In **Revista Brasileira de Recursos Hídricos ABRH / Associação Brasileira de Recursos Hídricos – Vol.7, n.1 (2002) – Porto Alegre/RS: ABRH, 2002.**

TUCCI, C. E. M. “Parâmetros do Hidrograma Unitário para Bacias Urbanas Brasileiras”, In **Revista Brasileira de Recursos Hídricos ABRH / Associação Brasileira de Recursos Hídricos – Vol.8, n.2 (2003) – Porto Alegre/RS: ABRH, 2003.**

TUCCI, C. E. M.; BRAGA, B. P. F.; SILVEIRAS, A. L. L.,. “Avaliação do Impacto da Urbanização nas Cheias Urbanas”. In **RBE Caderno de Recursos Hídricos, Vol.7 N.1 p77-101, 1989.**

TUCCI. C. E. M. & GENS, F. “Controle do Impacto da Urbanização”, In **Drenagem Urbana** / Tucci, C. E. M., Porto R. L. L., Barros, M. T. (Organizadores) – Porto Alegre: ABRH/Editora d Universidade/UFRGS, 1995.

WILKEN. P.S. “**Engenharia de drenagem superficial**” CETESB, São Paulo, SP, 1978.

USBR – U.S. BUREAU OF RECLAMATION “**Design of small Dams**” Cia. Editorial Continental S.A México, 1977.

VAN DER HAVEREN, B. P.; WILLIANS, J. E.; PATISSON, M. L. &HAUGH, J. R. “Restoring the Ecological Integrity of Public Lands”. In **Journal of Soil and Water Conservation** July / August :226-231. 1997.

VARELLA, R. F. & CAMPANA, N. A. “Simulação Matemática do Processo de Transformação de Chuva em Vazão: Estudo do Modelo TOPMODEL”, In **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** ABRH / Associação Brasileira de Recursos Hídricos – Vol.5, n.4 (2000) – Porto Alegre/RS: ABRH, 2000.

VENTURA, V.J., et al. **Legislação Federal Sobre o Meio Ambiente**, Editora Vana Ltda., Taubaté, SP, 1996.

VIEIRA, D.B; Análise das Máximas Intensidades de Chuvas na Cidade de Campinas. **Anais do IV Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos**. Vol I, Fortaleza-CE, 1981

YOSHIMOTO, T.; SUETSUGI, T., 1990. “Comprehensive Flood Disaster Prevention Measures in Japan”. In: Duisberb Symposium, **Hydrological Processes and Water Managment in Urban Areas**, IAHS, p175-183. 1988

ZAHED FILHO, K. “Precipitação Máxima”, In **Drenagem Urbana** / Tucci, C. E. M., Porto R. L. L., Barros, M. T. (Organizadores) – Porto Alegre: ABRH/Editora d Universidade/UFRGS, 1995.

ANEXO 1

GRUPOS ECOLÓGICOS DE ESPÉCIES NATIVAS:

Grupo 1: Espécies pioneiras, características do geoambiente de terra firme

Grupo 2: Espécies não pioneiras, características do geoambiente de terra firme

Grupo 3: Espécies pioneiras, características do geoambiente ciliar de inundações temporárias

Grupo 4: Espécies não pioneiras, características do geoambiente ciliar de inundações temporárias

Grupo 5: Espécies pioneiras, características do geoambiente ciliar brejoso

Grupo 6: Espécies não pioneiras, características do geoambiente ciliar brejoso

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. RESOLUÇÃO SMA 21 , datada de 21 de Novembro de 2001, Secretaria do Meio Ambiente, SP.
2. DURIGAN, G & NOGUEIRA, J.C.B.; *Recomposição de Matas Ciliares, Série Registros, no 4*, Instituto Florestal, São Paulo, SP, 1990.
LORENZI, H.; *Árvores Brasileiras, volumes 1 e 2*, Ed. Plantarum, Nova Odessa, SP, 1992.
3. SANTIN, D.A. *A vegetação remanescente do município de Campinas (SP): mapeamento, caracterização fisionômica e florística, visando conservação*, Tese de Doutorado, IB - UNICAMP, Campinas, SP, 1999.
4. CRESTANA, M. S. M. ; *Florestas – Sistemas de recuperação com essências nativas*, CATI, SP, 1993.
5. SANTOS, K. ; *Flora Arbustivo-Arbórea do Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual do Ribeirão Cachoeira, Campinas, SP*, Tese de mestrado, IB - UNICAMP, Campinas, SP, 1998.
6. TORRES, R.B. , MATTHES, L.A.F., RODRIGUES, R.R. & LEITÃO FILHO, H.F. “ Espécies Florestais Nativas para Plantio em Áreas de Brejo”, *O agrônomo* , Campinas, 44 (1,2,3), 1992.
TORRES, R.B. , MATTHES, L.A.F. & RODRIGUES, R.R. “ Florística e estrutura do componente arbóreo de mata de brejos em Campinas,SP”, *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 17, n.2, p.189-194, dez.1994.
7. BARBOSA, L. M. & MARTINS, S.E. “Espécies Arbóreas Nativas: indicação por região e ecossistema do Estado de São Paulo”, Instituto de Botânica, SP, 2002.

GRUPO 1: Espécies pioneiras, características do geoambiente de terra firme.

<i>nome científico</i>	<i>nome comum</i>	<i>referências</i>
<i>Acacia glomerosa</i>		2,3
<i>Acacia polyphylla</i>	monjoleiro	1,2,4,3,5,6
<i>Acnistus arborescens</i>	marianeira	1
<i>Aegiphyla sellowiana</i>	tamanqueira, pau-tamanco	1,2,4,3,5
<i>Albizia edwallii</i> (<i>Pithecellobium edwallii</i>)	farinha-seca	1,2
<i>Albizia hasslerii</i>	farinha-seca, frango-assado	1,3
<i>Albizia polycephala</i>	angico-branco, albizia	1,3
<i>Alchornea iricurana</i> (<i>A. glandulosa</i>)	tapia-guassu, licurana	1,2,4,3,5
<i>Alophylus edulis</i>	chal-chal, vacuum	1,2,5
<i>Aloysia virgata</i>	lixa	1,2,3
<i>Anadenanthera colubrina</i>	angico-branco, cambui-angico	1,2,3,5
<i>Anadenanthera falcata</i>	angico-do-cerrado	1,2,4,3
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	angico	1,3,4
<i>Annona cacans</i>	araticum-cagao, corticao	1,2,3,5,6
<i>Annona glabra</i>	araticum do brejo	1
<i>Apeiba tibourbou</i>	pau-jangada, embira-branca	4,3
<i>Aspidosperma subincanum</i> (<i>A. tomentosum</i>)	guatambu-vermelho, pereira-do-campo	1,3
<i>Austroplenkia populnea</i>	marmeleiro-do-campo, piuva-branca	3
<i>Bauhinia forficata</i>	pata-de-vaca, mororo	1,3,5
<i>Bougainvillea glabra</i>	tres-marias, primavera-arborea	3
<i>Casearia sylvestris</i>	guacatonga, lagarteira	1,2,4,3,5
<i>Cassia ferruginea</i>	canafistula, chuva-de-ouro	1,2,4,3,5,6
<i>Cecropia hololeuca</i>	embauba-prateada	1,2,3,5
<i>Cecropia pachystachya</i>	embaúva branca	1,5,6
<i>Cedrella fissilis</i>	cedro	1,2,4,3,5
<i>Cedrella odorata</i>	cedro-do-brejo	1,2,3
<i>Centrolobium tomentosum</i>	arariba, araruva	1,2,4,3,5
<i>Chlorophora tinctoria</i> (<i>Maclura tinctoria</i>)	taiuva, amoreira-branca	1,2,4,3,5,6
<i>Chorisia speciosa</i>	paineira	1,2,4,3,5,6
<i>Cordia ecalyculata</i>	cafe-de-bugre, claraiba	1,2,4,3,5
<i>Cordia sellowiana</i>	cha-de-bugre, capitao-do-campo	1,2,4,3,5

GRUPO 1: Espécies pioneiras, características do geoambiente de terra firme.

<i>nome científico</i>	<i>nome comum</i>	<i>referências</i>
<i>Cordia superba</i>	grao-de-galo, babosa-branca	1,2,4,3
<i>Cordia taguayensis</i>		2,3
<i>Croton floribundus</i>	capixingui	1,2,4,3,5
<i>Croton piptocalyx</i>	caixeta	3
<i>Croton urucurana</i>	sangra-d'agua, urucurana	1,2,4,3,5,6
<i>Cytharexylum myrianthum</i>	tucaneiro, pau-viola	1,2,4,3,5
<i>Dalbergia villosa</i>	canafistula-brava, caviuna	3,5
<i>Diatenopterix sorbifolia</i>	corrieiro, maria-preta	1,2,3
<i>Dictyoloma vandellianum</i>	tingui-preto	1,3
<i>Dilodendron bipinnatum</i>	maria-pobre, farinha-seca	3
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	tamboril, timburi	1,2,4,3,5
<i>Eriotheca candolleana</i>	paineira, catuaba	1,2,4,5
<i>Erythrina crista-galli</i>	corticeira-do-banhado, sananduva	1,2
<i>Erythrina falcata</i>	suina, corticeira-da-serra	1,2,4,3,5,6
<i>Erythrina molungu</i>	tiricero, mulungu, suina-suina	4,3
<i>Erythrina velutina</i>	suina, mulungu	3
<i>Erythrina verna</i>	suina, mulungu	1,3
<i>Esenbeckia leiocarpa</i>	guaranta	1,2,4,3,5
<i>Eugenia uniflora</i>	pitanga	1,2,4,3
<i>Ficus insipida</i>	figueira-do-brejo	1,3
<i>Gallesia integrifolia</i>	pau-d'alho, guararema	1,2,4,3,5
<i>Gochnatia polymorpha</i>	candeia, cambara	1,3,4,5
<i>Guarea guidonia</i>	carrapeta, marinho	1,2,4,5,6
<i>Guazuma ulmifolia</i>	mutambu, embiru	1,3,5
<i>Helietta apiculata</i>	canela de veado	1
<i>Heliocarpus americanus</i>	algodoeiro, jangada-brava	1,3,4,5
<i>Hexachlamys edulis</i>	pessego-do-mato, ivai	3,5
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	licurana, sangue-de-boi, abacateiro-roxo	1,3
<i>Inga edulis</i>	inga	1,2
<i>Inga uruguensis</i>	inga-do-brejo	1,3,6
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	caroba, jacaranda-de-minas	3
<i>Jacaranda macrantha</i>	caroba, carobao	1,3
<i>Jacaranda micrantha</i>	caroba, carobao	1,3,4,5

GRUPO 1: Espécies pioneiras, características do geoambiente de terra firme.

nome científico	nome comum	referências
<i>Jacaratia spinosa</i>	jaracatia, mamao-do-mato	1,3,4,5
<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	mirindiba-rosa	1,3,4
<i>Lafoensia pacari</i>	dedaleiro, pacari	1,3,4,5
<i>Lithraea molleoides</i>	aroeira-branca	1,3,5
<i>Lonchocarpus campestris</i>	Embirinha	1
<i>Luehea candicans</i>	mutamba-preta, acoita-cavalo	3
<i>Luehea divaricata</i>	acoita-cavalo	1,2,4,3,5,6
<i>Mabea brasilienses</i>	canudo de pito	1
<i>Mabea fistulifera</i>	mamoninha-do-mato, canudeiro	3
<i>Machaerium aculeantum</i>	pau-de-angu, jacaranda-de-espinho	1,2,5,6
<i>Machaerium villosum (M. lanatum)</i>	jacaranda-paulista	1,2,4,3,5
<i>Miconia cinnamomifolia</i>	jacatirao	4,3,5
<i>Mimosa scabrella</i>	bracatinga	1,3,4
<i>Nectandra puberula</i>	canela guaicá	4
<i>Ocotea porosa</i>	imbuia	4,3
<i>Ouratea castanaefolia</i>	farinha-seca, folha-de-castanha	3,5
<i>Parapiptadenia rigida (Anadenanthera rigida)</i>	angico-vermelho	1,2,4,3,5
<i>Patagonula americana</i>	guaiuvira	2,4,3
<i>Peltophorum dubium (P. vogelianum)</i>	canafistula, farinha-seca	1,2,4,3,5
<i>Pera glabrata</i>	coracao-de-bugre, tamanqueiro	1,3
<i>Phytolacca dioica</i>	ceboleiro, cebolao	1,2
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	pau-jacare, angico-branco	1,2,4,3,5
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	vassourao	4,3,5
<i>Pithecolobium incuriale</i>	chico-pires, angico-rajado	1,3,5
<i>Platycyamus regnellii</i>	pau-pereira	1,3,4
<i>Podocarpus lambertii</i>	pinheiro-bravo	3
<i>Prunus sellowii (P. myrtifolia)</i>	pessegueiro-bravo	1,2,4,3,5
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	embirucu, paina-amarela	1,3,4
<i>Psidium cattleianum (P. litorale)</i>	araca-vermelho	1,2,3
<i>Pterigota brasiliensis</i>	pau-rei, farinha-seca	4,3
<i>Pterocarpus rohrii</i>	aldrago	1
<i>Pterogyne nitens</i>	amendoim-bravo	1,2,4,3,5
<i>Rapanea guianensis</i>	capororoca	3

GRUPO 1: Espécies pioneiras, características do geoambiente de terra firme.

nome científico	nome comum	referências
<i>Rauvolfia sellowii</i>	casca-d'anta, jasmim-grado	1,3,4,5
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i>	saguaraji-amarelo, tarumai	1,2,4,3,5
<i>Roupala brasiliensis</i>	carne-de-vaca, carvalho-brasileiro	2,3,5
<i>Salix humboldtiana</i>	salseiro, choro	3
<i>Sapium glandulatum</i>	leiteiro	1,2,5
<i>Scheelea phalerata</i>	bacuri, coqueiro-acuri	3
<i>Schinus terebinthifolius</i>	aroeira-mansa	1,2,4,5
<i>Schizolobium parahyba</i>	guapuruvu, faveira	1,3,4,5
<i>Segueiria langsdorffii</i>	agulheiro, pau d'alho falso	1,3,5
<i>Senna macranthera</i>	manduirana, pau-fava	1,3
<i>Senna multijuga</i>	pau-cigarra, caquera, canafistula	1,3
<i>Simira sampaioana</i>	maiate, arariba	3
<i>Solanum granulatum-leprosum</i>	gravitinga	1,5
<i>Sparattosperma leucanthum</i>	caroba-branca	3
<i>Styrax pohlil</i>	pindauvuna, benjoeiro	3,5,6
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	jeriva, coqueiro-jeriva	1,2,5,6
<i>Tabebuia avellanedae</i>	ipe-roxo	2,4,3
<i>Tapirira guianensis</i>	peito-de-pombo, tapiriri	1,2,4,5,6
<i>Tapirira marchandii</i>	pau-pombo, fruto-de-pombo	3,5
<i>Tibouchina granulosa</i>	quaresmeira	3
<i>Tibouchina mutabilis</i>	manaca-da-serra, cuipeuna	1,3
<i>Trichilia hirta</i>	carrapeta, catigua	5
<i>Triplaris brasiliana</i>	pau-formiga, pau-de-novato	2
<i>Vernonia discolor</i>	vassourao-preto	3,5
<i>Vernonia polyanthes</i>	cambará guaçu	1
<i>Virola sebifera</i>	ucuuba-vermelha	3
<i>Xylopia sericea</i>	pindaiba-vermelha, embireira	3
<i>Zanthoxylum chiloperone</i>	mamiqueira	3,5
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	mamica-de-porca, tembetari	1,2,3,5
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	tembetari, mamica-de-porca	1,3
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	ipe-tabaco, ipe-felpudo	1,3,4,5

GRUPO 2: Espécies não pioneiras, características do geoambiente de terra firme.

nome científico	nome comum	referências
<i>Abarema langsdorfii</i> (<i>Pithecellobium langsdorfii</i>)	raposeira	1
<i>Acrocomia sclerocarpa</i>	macauva, coco-baboso	1,2,3,5
<i>Amaioua guianensis</i>	cafe-do-cerrado	1,2,3
<i>Andira anthelmia</i>	angelim-amargoso, angelim-pedra	1,3
<i>Apuleia leiocarpa</i>	amarelinho, garapa, grapia	1,2,4,3
<i>Ardisia ambigua</i>	capororoquina	2
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	peroba-poca	1,2,4,3
<i>Aspidosperma parvifolium</i> (<i>A. olivaceum</i>)	guatambu-oliva, peroba	1,3,4
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	peroba-rosa	1,2,4,3
<i>Aspidosperma ramiflorum</i>	guatambu	1,2,4,3
<i>Astronium graveolens</i>	guarita	1,2,4,3,5
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	pau-marfim, guatambu	1,2,4,3,5
<i>Buchenavia sp</i>	guarajuba	4
<i>Cabralea canjerana</i>	canjarana	1,2,4,3,5
<i>Calliandra parvifolia</i>	esponjinha	2,3
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	guanandi, jacareuba	1,2,4,3,5
<i>Calyptranthes clusiaefolia</i>	araçarana	1,5
<i>Campomanesia guazumaefolia</i>	gabiroba, sete capotes	1,2,5
<i>Campomanesia neriiflora</i>	guabiroba branca	1,2
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	guabiroba	1,3
<i>Cariniana estrelensis</i>	jequitiba-branco, pau-de-caximbo	1,2,4,5
<i>Cariniana legalis</i>	jequitiba-rosa	1,2,4,3,5
<i>Carpotroche brasiliensis</i>	sapucainha, canudeiro, pau-de-lepra	3
<i>Casearia decandra</i>	guacatonga	2,3,5
<i>Casearia gossypiosperma</i>	pau-de-espeto, cambroe	1,2,3,5
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	guatambu-de-leite, caxeta	1,2,3,5
<i>Colubrina glandulosa</i>	saguaraji, sobrasil	1,2,4,3,5
<i>Connarus regnellii</i>	camboata-da-serra	3,5
<i>Copaifera langsdorfii</i>	oleo-de-copaiba	1,2,4,5,6
<i>Cordia trichotoma</i>	louro-pardo, louro-da-serra	1,2,4,3,5
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	canela-batalha	1,5

GRUPO 2: Espécies não pioneiras, características do geoambiente de terra firme.

nome científico	nome comum	referências
<i>Cupania racemosa</i>	caguantã	1
<i>Cupania vernalis</i>	arco-de-peneira, cuvanta	1,2,3,5
<i>Cyclolobium vecchi</i>	louveira	1,2,4,3
<i>Dalbergia nigra</i>	jacaranda-da-bahia	4,3
<i>Dendropanax cuneatum</i>	maria-mole	1,2,3,5,6
<i>Didymopanax morototonii</i>	morototo, mandioqueiro	1,3
<i>Diospyros brasiliensis</i>	caqui	2,3
<i>Diospyros inconstans</i>	marmelinho	1
<i>Dipterix alata</i>	cumbaru	4,3
<i>Drimys winteri</i>	casca-d'anta, cataia	3
<i>Duguetia lanceolata</i>	pindaiba, biriba	1,2,4,3
<i>Esenbeckia grandiflora</i>	pau-de-cotia, guaxupita	1,2,3,5
<i>Eugenia brasiliensis</i>	grumixama	1,3,4,5
<i>Eugenia florida</i>	pitanga preta	1
<i>Eugenia involucrata</i>	cereja	1,2,3,5
<i>Eugenia pyriformis</i>	uvaia	1,3
<i>Eugenia speciosa</i>	laranjinha do mato	1,5
<i>Euterpe edulis</i>	palmito	1,2,4,3
<i>Ficus guaranitica</i>	figueira-branca	1,3,5
<i>Ficus nymphaeifolia</i>	figueira branca	4
<i>Galipea jasminiflora</i>	gruixara	1,5
<i>Genipa americana</i>	genipapo, jenipa	1,2,3
<i>Gilibertia cuneata</i>	maria-mole	2,3
<i>Guapira noxia</i>	guapira	1
<i>Guapira opposita</i>	flor de perola	1,5
<i>Helietta cuspidata</i>	amarelinho, cun-cun	2,3
<i>Hirtella hebeclada</i>	macucurana, simbiuva, jacua	3
<i>Holocalyx balansae</i>	alecrim-de-campinas	1,2,5
<i>Hymenaea courbaril</i>	jatoba	1,2,4,3,5
<i>Ilex paraguariensis</i>	mate, erva-mate	1,3
<i>Inga laurina (I. fagifolia)</i>	inga mirim	1
<i>Inga marginata</i>	inga	1,2,5
<i>Inga sessilis</i>	inga	1,2,5

GRUPO 2: Espécies não pioneiras, características do geoambiente de terra firme.

nome científico	nome comum	referências
<i>Lamanonia ternata</i>	guaperê	1,5
<i>Licania tomentosa</i>	oiti	4
<i>Lonchocarpus guilleminianus</i> (<i>L.cultratus</i>)	embira-de-sapo, falso-timbo	1,2,3
<i>Luetzelburgia auriculata</i>	guaicara, pau-ripa	1,3,4
<i>Machaerium paraguariense</i>	caterete, jacaranda-branco	1,3
<i>Maytenus communis</i>	congonha-brava	2,3
<i>Melanoxylon brauna</i>	brauna-preta, garauna	3
<i>Metrodorea stipularis</i>	chupa-ferro, capatuna	4,3,5
<i>Miconia ligustroides</i>	jaracatião do brejo	1
<i>Micrandra elata</i>	leitero-branco, arvore-de-mamona	3
<i>Mollinedia chrysorrhachis</i>		2
<i>Myracrodon urundeuva</i> (<i>Astronium urundeuva</i>)	urundeuva, aroeira	1,3,4
<i>Myrceugenia euosma</i>		2,3
<i>Myrceugenia latior</i>		2,3
<i>Myrcia laruotheana</i>		2,3
<i>Myrcia tomentosa</i>	goiaba brava	1,2
<i>Myrcianthes pungens</i>	guabiju, cambuca	1,3
<i>Myrciaria tenella</i>	cambui	1,2,3
<i>Myrocarpus frondosus</i>	oleo pardo, cabreuva-amarela	1,2,3,4
<i>Myroxylon peruiferum</i> (<i>M. balsamum</i>)	cabreuva-vermelha	1,2,4,3,5
<i>Nectandra megapotamica</i>	canelinha, canela-preta	1,2,4,3
<i>Ocotea corymbosa</i>	canelinha-do-cerrado, canela-fedida	1,2,4,3,5
<i>Ocotea odorifera</i>	canela-sassafras	1,2,4,3
<i>Ocotea puberula</i>	guaica, canela-guaica	1,3,5
<i>Ocotea pulchella</i>	canela-do-cerrado, canela-lageana	1,2,5
<i>Ocotea velutina</i>	canelao-amarelo	2,3
<i>Ormosia arborea</i>	olho-de-cabra	1,2,4,3,5
<i>Ouratea parviflora</i>	batiputa	2,3,5
<i>Pachystroma longifolium</i>	canxim	3
<i>Peltogyne angustiflora</i>	roxinho, pau-roxinho	3
<i>Persea pyrifolia</i>	macaranduba	1,2,3,5
<i>Picramia warmigiana</i>		2,3
<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	jaborandi	2,3

GRUPO 2: Espécies não pioneiras, características do geoambiente de terra firme.

<i>nome científico</i>	<i>nome comum</i>	<i>referências</i>
<i>Pithecolobium tortum</i>	tatare, jurema, vinhatica-de-espinho	3
<i>Platypodium elegans</i>	amendoim-do-campo, faveiro	1,3,4,5
<i>Poecilanthe parviflora</i>	coracao-de-negro, lapacho	1,3,4
<i>Posoqueria acutifolia</i>	laranja de macaco	1
<i>Pouteria torta</i>	guapeva, grao-de-galo	1,2,3
<i>Protium heptaphyllum</i>	almacega, amescla	2,3,5,6
<i>Pterocarpus violaceus</i>	aldrago, folha-larga	4,3,5
<i>Pterodon pubescens</i> (<i>P. emarginatus</i>)	faveiro, sucupira	2,1,3
<i>Qualea dichotoma</i>	pau-terra	1,3,5
<i>Qualea jundiahy</i>	jundiai, louro-tinga	1,3,5
<i>Randia spinosa</i>	limao-do-mato	2,3
<i>Rheedia gardneriana</i>	bacupari	4,3,5
<i>Rollinia silvatica</i>	araticum-do-mato, embira	1,3,5
<i>Savia dyctiocarpa</i> (<i>securinaga guariuva</i>)	guariuva	1,2,4,3
<i>Sciadodendron excelsum</i>	carobao, lagarto	1,3
<i>Siparuna glonostyla</i>	limoeiro	2,3
<i>Sterculia chicha</i>	chicha	4,3
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	barbatimao	1,3,4
<i>Styrax camporum</i>	benjoeiro, cuia-do-brejo	3
<i>Swartzia langsdorfii</i>	pacova-de-macaco, jacaranda-banana	3
<i>Sweetia fruticosa</i>	sucupira-amarela, angelim, guaicara	3,5
<i>Syagrus oleracea</i>	guariroba, coco-catole	1,3,4
<i>Syzigium jambos</i>	jambo	2,3
<i>Tabebuia alba</i>	ipe-amarelo	1,2,3,5
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	ipe-amarelo	1,3,5
<i>Tabebuia dura</i>	ipe-do-brejo	2,3
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	ipe-roxo-de-bola	1,2,4,3,5
<i>Tabebuia ochracea</i>	ipe-amarelo	1,3,4
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	ipe-branco	1,3
<i>Tabebuia serratifolia</i>	ipê-amarelo	1
<i>Tabebuia umbellata</i>	ipe-da-varzea	1,2,4,6
<i>Tabebuia vellosi</i>	ipe-amarelo	1,2,4,3,5
<i>Talauma ovata</i>	baguacu, magnolia-do-brejo	1,2,4,3,5

GRUPO 2: Espécies não pioneiras, características do geoambiente de terra firme.

<i>nome científico</i>	<i>nome comum</i>	<i>referências</i>
<i>Terminalia argentea</i>	capitao-do-campo	1,3,4
<i>Terminalia triflora</i>	capitaozinho, pau-de-lanca	1,3,6
<i>Virola bicuiba</i>	bicuiba	1
<i>Virola oleifera</i>	bocuva	3
<i>Vitex montevidensis (V. megapotamica)</i> taruma		1,3,4
<i>Vitex polygama</i>	taruma-do-cerrado, maria-preta	1,3,5
<i>Xylopia brasiliensis</i>	pindaiba	1,2,3,5
<i>Xylosma pseudosalsmanii</i>	espinho-de-judeu	2,3
<i>Zanthoxylum pohlianum</i>	chupa-ferro	2,3,5

GRUPO 3: Espécies pioneiras, características do geoambiente ciliar de inundações temporárias

<i>nome científico</i>	<i>nome comum</i>	<i>referências</i>
<i>Acacia paniculata</i>	unha-de-gato	2
<i>Acacia polyphylla</i>	monjoleiro	1,2,4,3,5,6
<i>Acnistus arborescens</i>	marianeira	1
<i>Aegiphyla sellowiana</i>	tamanqueira, pau-tamanco	1,2,4,3,5
<i>Albizia edwallii</i> (<i>Pithecellobium edwallii</i>)	farinha-seca	1,2
<i>Albizia hasslerii</i>	farinha-seca, frango-assado	1,3
<i>Albizia polycephala</i>	angico-branco, albizia	1,3
<i>Alchornea iricurana</i> (<i>A. glandulosa</i>)	tapia-guassu, licurana	1,2,4,3,5
<i>Alophylus edulis</i>	chal-chal, vacuum	1,2,5
<i>Anadenanthera colubrina</i>	angico-branco, cambui-angico	1,2,3,5
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	angico	1,3,4
<i>Annona cacans</i>	araticum-cagao, corticao	1,2,3,5,6
<i>Annona glabra</i>	araticum do brejo	1
<i>Attalea dubia</i>	indaia, palmeira-indaia	3
<i>Bauhinia forficata</i>	pata-de-vaca, mororo	1,3,5
<i>Bougainvillea glabra</i>	tres-marias, primavera-arborea	3
<i>Caesalpinia ferrea</i>	pau-ferro	3
<i>Callisthene major</i>	itapiuna, carvoeira	2
<i>Casearia sylvestris</i>	guacatonga, lagarteira	1,2,4,3,5
<i>Cassia ferruginea</i>	canafistula, chuva-de-ouro	1,2,4,3,5,6
<i>Cecropia hololeuca</i>	embauba-prateada	1,2,3,5
<i>Cecropia pachystachya</i>	embaúva branca	1,5,6
<i>Cedrella fissilis</i>	cedro	1,2,4,3,5
<i>Cedrella odorata</i>	cedro-do-brejo	1,2,3
<i>Centrolobium tomentosum</i>	arariba, araruva	1,2,4,3,5
<i>Chlorophora tinctoria</i> (<i>Maclura tinctoria</i>)	taiuva, amoreira-branca	1,2,4,3,5,6
<i>Chorisia speciosa</i>	paineira	1,2,4,3,5,6
<i>Cordia ecalyculata</i>	cafe-de-bugre, claratiba	1,2,4,3,5
<i>Cordia sellowiana</i>	cha-de-bugre, capitao-do-campo	1,2,4,3,5
<i>Cordia superba</i>	grao-de-galo, babosa-branca	1,2,4,3
<i>Croton floribundus</i>	capixingui	1,2,4,3,5

GRUPO 3: Espécies pioneiras, caract. do geoambiente ciliar de inundações temporárias

<i>nome científico</i>	<i>nome comum</i>	<i>referências</i>
<i>Croton urucurana</i>	sangra-d'agua, urucurana	1,2,4,3,5,6
<i>Cytharexylum myrianthum</i>	tucaneiro, pau-viola	1,2,4,3,5
<i>Diatenopterix sorbifolia</i>	corrieiro, maria-preta	1,2,3
<i>Dilodendron bipinnatum</i>	maria-pobre, farinha-seca	3
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	tamboril, timburi	1,2,4,3,5
<i>Eriotheca candolleana</i>	paineira, catuaba	1,2,4,5
<i>Eriotheca pentaphylla</i>	sapopemba	1
<i>Erythrina crista-galli</i>	corticeira-do-banhado, sananduva	1,2
<i>Erythrina falcata</i>	suina, corticeira-da-serra	1,2,4,3,5,6
<i>Erythrina speciosa</i>	mulungu-do-litoral, eritrina-candelabro	1,3
<i>Eugenia uniflora</i>	pitanga	1,2,4,3
<i>Ficus insipida</i>	figueira-do-brejo	1,3
<i>Gallesia integrifolia</i>	pau-d'alho, guararema	1,2,4,3,5
<i>Gochnatia polymorpha</i>	candeia, cambara	1,3,4,5
<i>Guarea guidonia</i>	carrapeta, marinheiro	1,2,4,5,6
<i>Guazuma ulmifolia</i>	mutambu, embiru	1,3,5
<i>Helietta apiculata</i>	canela de veado	1
<i>Heliocarpus americanus</i>	algodoeiro, jangada-brava	1,3,4,5
<i>Hexachlamys edulis</i>	pessego-do-mato, ivai	3,5
<i>Hybiscus pernambucensis</i>	guaxima-do-mangue, algodao-do-brejo	3
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	licurana, sangue-de-boi, abacateiro-roxo	1,3
<i>Inga edulis</i>	inga	1,2
<i>Inga uruguensis</i>	inga-do-brejo	1,3,6
<i>Jacaranda macrantha</i>	caroba, carobao	1,3
<i>Jacaranda micrantha</i>	caroba, carobao	1,3,4,5
<i>Jacaranda puberula (J. semiserrata)</i>	carobinha, jacaranda-branco	1,3
<i>Jacaratia spinosa</i>	jaracatia, mamao-do-mato	1,3,4,5
<i>Joannesia princeps</i>	anda-assu, purga-dos-paulistas, cutieira	1,3,4
<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	mirindiba-rosa	1,3,4
<i>Lafoensia pacari</i>	dedaleiro, pacari	1,3,4,5
<i>Lithraea molleoides</i>	aroeira-branca	1,3,5
<i>Lonchocarpus campestris</i>	Embirinha	1
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	embira-de-sapo, guaiana	1,2,3,5

GRUPO 3: Espécies pioneiras, caract. do geoambiente ciliar de inundações temporárias

nome científico	nome comum	referências
<i>Luehea divaricata</i>	acoita-cavalo	1,2,4,3,5,6
<i>Luehea grandiflora</i>	acoita-cavalo, ubatinga	1,2,4,3
<i>Mabea fistulifera</i>	mamoninha-do-mato, canudeiro	3
<i>Machaerium aculeantum</i>	pau-de-angu, jacaranda-de-espinho	1,2,5,6
<i>Machaerium nyctitans</i>	bico-de-pato, guaximbe	1,2,4,3,5
<i>Machaerium spittatum</i>	sapuvinha, sapuva	1,2,3,5
<i>Machaerium villosum (M. lanatum)</i>	jacaranda-paulista	1,2,4,3,5
<i>Miconia candolleana</i>	jaracatião	1
<i>Miconia cinnamomifolia</i>	jacatirao	4,3,5
<i>Mimosa bimucronata (M. sepiaria)</i>	maricá	1
<i>Nectandra nitidula</i>		2
<i>Parapiptadenia rigida (Anadenanthera rigida)</i>	angico-vermelho	1,2,4,3,5
<i>Patagonula americana</i>	guaiuvira	2,4,3
<i>Peltophorum dubium (P. vogelianum)</i>	canafistula, farinha-seca	1,2,4,3,5
<i>Pera glabrata</i>	coracao-de-bugre, tamanqueiro	1,3
<i>Peschiera fuchsiaefolia (Tabernaemontana leiteiro catharinensis)</i>		1,3
<i>Phytolacca dioica</i>	ceboleiro, cebolao	1,2
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	pau-jacare, angico-branco	1,2,4,3,5
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	vassourao	4,3,5
<i>Pithecolobium incuriale</i>	chico-pires, angico-rajado	1,3,5
<i>Platycyamus regnellii</i>	pau-pereira	1,3,4
<i>Prockia crucis</i>	cuiteleiro	2,3
<i>Prunus sellowii (P. myrtifolia)</i>	pessegueiro-bravo	1,2,4,3,5
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	embirucu, paina-amarela	1,3,4
<i>Psidium cattleianum (P. litorale)</i>	araca-vermelho	1,2,3
<i>Pterigota brasiliensis</i>	pau-rei, farinha-seca	4,3
<i>Pterogyne nitens</i>	amendoim-bravo	1,2,4,3,5
<i>Rauvolfia sellowii</i>	casca-d'anta, jasmim-grado	1,3,4,5
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i>	saguaraji-amarelo, tarumai	1,2,4,3,5
<i>Salix humboldtiana</i>	salseiro, choroa	3
<i>Sapium glandulatum</i>	leiteiro	1,2,5
<i>Schinus molle</i>	aroeira-salso, balsamo	3
<i>Schinus terebinthifolius</i>	aroeira-mansa	1,2,4,5

GRUPO 3: Espécies pioneiras, características do geoambiente ciliar de inundações temporárias

<i>nome científico</i>	<i>nome comum</i>	<i>referências</i>
<i>Schizolobium parahyba</i>	guapuruvu, faveira	1,3,4,5
<i>Segueiria langsdorffii</i>	agulheiro, pau d'alho falso	1,3,5
<i>Senna macranthera</i>	manduirana, pau-fava	1,3
<i>Senna multijuga</i>	pau-cigarra, caquera, canafistula	1,3
<i>Simira sampaioana</i>	maiate, arariba	3
<i>Solanum granulosum-leprosum</i>	gravitinga	1,5
<i>Sparattosperma leucanthum</i>	caroba-branca	3
<i>Styrax pohlii</i>	pindauvuna, benjoeiro	3,5,6
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	jeriva, coqueiro-jeriva	1,2,5,6
<i>Tabebuia avellanedae</i>	ipe-roxo	2,4,3
<i>Tapirira guianensis</i>	peito-de-pombo, tapiriri	1,2,4,5,6
<i>Tapirira marchandii</i>	pau-pombo, fruto-de-pombo	3,5
<i>Tibouchina mutabilis</i>	manaca-da-serra, cuipeuna	1,3
<i>Tibouchina pulchra</i>	manacá da serra	1,5
<i>Trema micrantha</i>	crindiúva	1,2,5
<i>Vernonia discolor</i>	vassourao-preto	3,5
<i>Vernonia polyanthes</i>	cambará guaçu	1
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	mamica-de-porca, tembetari	1,2,3,5
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	tembetari, mamica-de-porca	1,3
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	ipe-tabaco, ipe-felpudo	1,3,4,5

GRUPO 4: Espécies não pioneiras, características do geambiente ciliar de inundações temporárias.

nome científico	nome comum	referências
<i>Abarema langsdorfii</i> (<i>Pithecellobium langsdorfii</i>)	raposeira	1
<i>Amaioua guianensis</i>	cafe-do-cerrado	1,2,3
<i>Andira antheimia</i>	angelim-amargoso, angelim-pedra	1,3
<i>Andira fraxinifolia</i>	angelim-doce	4,3,5
<i>Andira inermis</i>	angelim	2,5
<i>Apuleia leiocarpa</i>	amarelinho, garapa, grapia	1,2,4,3
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	peroba-poca	1,2,4,3
<i>Aspidosperma parvifolium</i> (<i>A olivaceum</i>)	guatambu-oliva, peroba	1,3,4
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	peroba-rosa	1,2,4,3
<i>Aspidosperma ramiflorum</i>	guatambu	1,2,4,3
<i>Astronium graveolens</i>	guarita	1,2,4,3,5
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	pau-marfim, guatambu	1,2,4,3,5
<i>Britoa sellowiana</i>	sete-capotes	2
<i>Cabralea canjerana</i>	canjarana	1,2,4,3,5
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	guanandi, jacareuba	1,2,4,3,5
<i>Calycorectes riedelianus</i>		2
<i>Calyptranthes clusiaefolia</i>	araçarana	1,5
<i>Campomanesia adamantium</i>	gabirola	2
<i>Campomanesia cambessedeanana</i>	gabirola	2
<i>Campomanesia guazumaefolia</i>	gabirola, sete capotes	1,2,5
<i>Campomanesia neriiflora</i>	guabirola branca	1,2
<i>Campomanesia phaea</i>	cambuci	1,3
<i>Campomanesia rhombea</i>	gabirola-de-arvore	2
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	guabirola	1,3
<i>Cariniana estrelensis</i>	jequitiba-branco, pau-de-caximbo	1,2,4,5
<i>Cariniana legalis</i>	jequitiba-rosa	1,2,4,3,5
<i>Carpotroche brasiliensis</i>	sapucinha, canudeiro, pau-de-lepra	3
<i>Casearia gossypiosperma</i>	pau-de-espeto, cambroe	1,2,3,5
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	guatambu-de-leite,caxeta	1,2,3,5
<i>Chrysophyllum ramiflorum</i>	guacá	1
<i>Colubrina glandulosa</i>	saguaraji,sobrasil	1,2,4,3,5

GRUPO 4: Espécies não pioneiras - geoambiente ciliar de inundações temporárias.

nome científico	nome comum	referências
<i>Copaifera langsdorfii</i>	oleo-de-copaiba	1,2,4,5,6
<i>Cordia trichotoma</i>	louro-pardo, louro-da-serra	1,2,4,3,5
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	canela-batalha	1,5
<i>Cryptocarya moschata</i>	canela-batalha	2,3,5
<i>Cupania racemosa</i>	caguantã	1
<i>Cupania vernalis</i>	arco-de-peneira, cuvanta	1,2,3,5
<i>Cyclolobium vecchi</i>	louveira	1,2,4,3
<i>Dalbergia nigra</i>	jacaranda-da-bahia	4,3
<i>Dalbergia variabilis</i>	assapuva	1
<i>Dendropanax cuneatum</i>	maria-mole	1,2,3,5,6
<i>Didymopanax morototonii</i>	morototo, mandioqueiro	1,3
<i>Drimys winteri</i>	casca-d'anta, cataia	3
<i>Duguetia lanceolata</i>	pindaiba, biriba	1,2,4,3
<i>Endlicheria paniculata</i>	canela	2,5
<i>Esenbeckia grandiflora</i>	pau-de-cotia, guaxupita	1,2,3,5
<i>Eugenia blastantha</i>	grumixama-miuda	2,5,6
<i>Eugenia brasiliensis</i>	grumixama	1,3,4,5
<i>Eugenia florida</i>	pitanga preta	1
<i>Eugenia gardneriana</i>	goiabeira-do-mato	2,5
<i>Eugenia hiemalis</i>		2
<i>Eugenia involucrata</i>	cereja	1,2,3,5
<i>Eugenia leitonii</i>	araca-piranga, goiabao	1,3
<i>Eugenia moraviana</i>		2
<i>Eugenia olivaceae</i>		2
<i>Eugenia pyriformis</i>	uvaia	1,3
<i>Eugenia repanda</i>		2
<i>Eugenia schuchiana</i>	uva, guamirim	2
<i>Eugenia speciosa</i>	laranjinha do mato	1,5
<i>Eugenia squamosa</i>		2
<i>Eugenia umbeliflora</i>		2
<i>Eugenia uvalha</i>	uvaia	2,5
<i>Euterpe edulis</i>	palmito	1,2,4,3
<i>Ficus guaranitica</i>	figueira-branca	1,3,5

GRUPO 4: Espécies não pioneiras - geoambiente ciliar de inundações temporárias.

nome científico	nome comum	referências
<i>Galipea jasminiflora</i>	gruixara	1,5
<i>Genipa americana</i>	genipapo, jenipa	1,2,3
<i>Guapira opposita</i>	flor de perola	1,5
<i>Hirtella hebeclada</i>	macucurana, simbiuva, jacua	3
<i>Holocalyx balansae</i>	alecrim-de-campinas	1,2,5
<i>Hymenaea altissima</i>	jatoba	2
<i>Hymenaea courbaril</i>	jatoba	1,2,4,3,5
<i>Ilex paraguariensis</i>	mate, erva-mate	1,3
<i>Inga laurina (I. fagifolia)</i>	inga mirim	1
<i>Inga marginata</i>	inga	1,2,5
<i>Inga sessilis</i>	inga	1,2,5
<i>Lamanonia ternata</i>	guaperê	1,5
<i>Lecythis pisonis</i>	sapucaia	4,3
<i>Lonchocarpus guilleminianus (L.cultratus)</i>	embira-de-sapo, falso-timbo	1,2,3
<i>Luetzelburgia auriculata</i>	guaicara, pau-ripa	1,3,4
<i>Machaerium acutifolium</i>	sapuva, jacaranda-do-campo	1,2,3
<i>Machaerium paraguariense</i>	caterete, jacaranda-branco	1,3
<i>Machaerium scleroxylon</i>	caviuna, pau-ferro	1,2,4,3,5
<i>Marlierea edulis</i>	cambuca	3
<i>Matayba eleagnoides</i>	miguel-pintado, camboata	2,3
<i>Maytenus aquifolium</i>	pau-jantar	2,5
<i>Metrodorea nigra</i>	carrapateira, chupa-ferro	2,5
<i>Miconia ligustroides</i>	jaracatião do brejo	1
<i>Mollinedia schottiana</i>	capixim	2,5
<i>Mollinedia uleana</i>		2,5
<i>Mollinedia widgrenii</i>		2
<i>Myrcia multiflora</i>	cambui	2,5
<i>Myrcia obtecta</i>		2,5
<i>Myrciaria delicatula</i>	cambui	2
<i>Myrciaria floribunda</i>	jabuticaba	2,5
<i>Myrciaria tenella</i>	cambui	1,2,3
<i>Myrciaria trunciflora</i>	jabuticaba	2,4
<i>Myrocarpus frondosus</i>	oleo pardo, cabreuva-amarela	1,2,3,4

GRUPO 4: Espécies não pioneiras - geoambiente ciliar de inundações temporárias.

nome científico	nome comum	referências
<i>Myroxylon peruiferum</i> (<i>M. balsamum</i>)	cabreuva-vermelha	1,2,4,3,5
<i>Nectandra grandiflora</i>	canelao	2,5
<i>Nectandra lanceolata</i>	canelao, canela-amarela	2,3
<i>Nectandra megapotamica</i>	canelinha, canela-preta	1,2,4,3
<i>Nectandra menbranacea</i> spp. <i>Cuspidata</i>	canelao-seboso	2
<i>Nectandra mollis</i> spp. <i>Oppositifolia</i>	canela-ferrugem	2
<i>Ocotea aciphylla</i>		2
<i>Ocotea catharinensis</i>	canela-preta, canela-coqueiro	3
<i>Ocotea corymbosa</i>	canelinha-do-cerrado, canela-fedida	1,2,4,3,5
<i>Ocotea elegans</i>		2,5
<i>Ocotea glaziovii</i>		2
<i>Ocotea laxa</i>	canela-pimenta	2
<i>Ocotea minarum</i>		2
<i>Ocotea odorifera</i>	canela-sassafras	1,2,4,3
<i>Ocotea puberula</i>	guaica, canela-guaica	1,3,5
<i>Ocotea pulchella</i>	canela-do-cerrado, canela-lageana	1,2,5
<i>Ocotea vellosiana</i>		2
<i>Ormosia arborea</i>	olho-de-cabra	1,2,4,3,5
<i>Pachystroma longifolium</i>	canxim	3
<i>Persea pyrifolia</i>	macaranduba	1,2,3,5
<i>Phoebe stenophylla</i>		2,5
<i>Platymiscium floribundum</i>	sacambu, jacaranda-do-litoral	3
<i>Platyopodium elegans</i>	amendoim-do-campo, faveiro	1,3,4,5
<i>Plinia rivularis</i>	cambucá peixoto	1
<i>Poecilanthe parviflora</i>	coracao-de-negro, lapacho	1,3,4
<i>Posoqueria acutifolia</i>	laranja de macaco	1
<i>Pouteria caimito</i>	abiu	1
<i>Pouteria torta</i>	guapeva, grao-de-galo	1,2,3
<i>Pterocarpus violaceus</i>	aldrago, folha-larga	4,3,5
<i>Pterodon pubescens</i> (<i>P. emarginatus</i>)	faveiro, sucupira	2,1,3
<i>Qualea dichotoma</i>	pau-terra	1,3,5
<i>Qualea grandiflora</i>	pau-terra	1,3
<i>Qualea jundiahy</i>	jundiai, louro-tinga	1,3,5

GRUPO 4: Espécies não pioneiras - geoambiente ciliar de inundações temporárias.

<i>nome científico</i>	<i>nome comum</i>	<i>referências</i>
<i>Rheedia gardneriana</i>	bacupari	4,3,5
<i>Rollinia mucosa</i>	biribá	1
<i>Rollinia silvatica</i>	araticum-do-mato, embira	1,3,5
<i>Savia dyctiocarpa (securinega guariuva)</i>	guaraiuva	1,2,4,3
<i>Sciadodendron excelsum</i>	carobao, lagarto	1,3
<i>Sclerolobium denudatum</i>	passariuva, tapassuare	1,3,4
<i>Slonea monosperma</i>	ourico, carrapixo, sapopema	2,3,5
<i>Sterculia chicha</i>	chicha	4,3
<i>Stiffia crysantha</i>	diadema, rabo-de-cotia	3
<i>Styrax camporum</i>	benjoeiro, cuia-do-brejo	3
<i>Syagrus oleracea</i>	guariroba, coco-catole	1,3,4
<i>Syzigium cumini</i>	jambo	2
<i>Syzigium jambos</i>	jambo	2,3
<i>Tabebuia alba</i>	ipe-amarelo	1,2,3,5
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	ipe-amarelo	1,3,5
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	ipe-roxo	1,3
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	ipe-roxo-de-bola	1,2,4,3,5
<i>Tabebuia serratifolia</i>	ipê-amarelo	1
<i>Tabebuia umbellata</i>	ipe-da-varzea	1,2,4,6
<i>Tabebuia vellosi</i>	ipe-amarelo	1,2,4,3,5
<i>Talauma ovata</i>	baguacu, magnolia-do-brejo	1,2,4,3,5
<i>Terminalia argentea</i>	capitao-do-campo	1,3,4
<i>Terminalia brasiliensis (T glabrescens)</i>	capitao-do-campo, cerne-amarelo	1,2,4,5
<i>Terminalia triflora</i>	capitaozinho, pau-de-lanca	1,3,6
<i>Trichilia casaretii</i>		2,5
<i>Trichilia catigua</i>	catiguá	2,4,5
<i>Trichilia claussenii</i>	catiguá	2
<i>Trichilia elegans</i>	pau-de-ervilha	2,5
<i>Trichilia pallida</i>		3,5
<i>Virola bicuiba</i>	bicuíba	1
<i>Vitex montevidensis (V. megapotomica)</i>	taruma	1,3,4
<i>Vitex polygama</i>	taruma-do-cerrado, maria-preta	1,3,5
<i>Vochysia bifalcata</i>	pau de vinho	1

GRUPO 4: Espécies não pioneiras, características do geoambiente ciliar de inundações temporárias.

<i>nome científico</i>	<i>nome comum</i>	<i>referências</i>
<i>Xylopia brasiliensis</i>	pindaíba	1,2,3,5
<i>Zanthoxylum cinereum</i>	mamica-de-porca	2
<i>Zanthoxylum minutiflorum</i>	mamica-de-porca	2
<i>Zollernia glabra</i>	mocitaíba	1

GRUPO 5: Espécies pioneiras, características do geoambiente ciliar brejoso.

nome científico	nome comum	referências
<i>Acacia polyphylla</i>	monjoleiro	1,2,4,3,5,6
<i>Aegiphyla sellowiana</i>	tamanqueira, pau-tamanco	1,2,4,3,5
<i>Alchornea triplinervea</i>	tapia-guassu	2,3,5,6
<i>Alophylus semidentatus</i>	tres-folhas	2
<i>Annona cacans</i>	araticum-cagao, corticao	1,2,3,5,6
<i>Apeiba tibourbou</i>	pau-jangada, embira-branca	4,3
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	pau-jangada, jangada-mansa	2,3,5
<i>Bauhinia bongardii</i>	mororo, unha-de-vaca	2
<i>Casearia decandra</i>	cafezeiro-do-mato	7
<i>Casearia sylvestris</i>	guacatonga, lagarteira	1,2,4,3,5
<i>Cecropia adenopus</i>	embauba	2
<i>Cecropia glaziovii</i>	embauba	2,5
<i>Cecropia pachystachya</i>	embaúva branca	1,5,6
<i>Cedrella fissilis</i>	cedro	1,2,4,3,5
<i>Cedrella odorata</i>	cedro-do-brejo	1,2,3
<i>Chlorophora tinctoria</i> (<i>Maclura tinctoria</i>)	taiuva, amoreira-branca	1,2,4,3,5,6
<i>Chorisia speciosa</i>	paineira	1,2,4,3,5,6
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	couvetina	7
<i>Cordia salutaris</i>	caixeta mole	4
<i>Croton floribundus</i>	capixingui	1,2,4,3,5
<i>Croton urucurana</i>	sangra-d'agua, urucurana	1,2,4,3,5,6
<i>Cytharexylum myrianthum</i>	tucaneiro, pau-viola	1,2,4,3,5
<i>Erythrina crista-galli</i>	corticeira-do-banhado, sananduva	1,2
<i>Erythrina falcata</i>	suina, corticeira-da-serra	1,2,4,3,5,6
<i>Erythrina molungu</i>	tiricero, mulungu, suina-suina	4,3
<i>Erythrina velutina</i>	suina, mulungu	3
<i>Ficus insipida</i>	figueira-do-brejo	1,3
<i>Gallesia integrifolia</i>	pau-d'alho, guararema	1,2,4,3,5

GRUPO 5: Espécies pioneiras, características do geoambiente ciliar brejoso.

nome científico	nome comum	referências
<i>Gochnatia polymorpha</i>	candeia, cambara	1,3,4,5
<i>Guarea guidonia</i>	carrapeta, marinheiro	1,2,4,5,6
<i>Hybiscus pernambucensis</i>	guaxima-do-mangue, algodao-do-brejo	3
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	licurana, sangue-de-boi, abacateiro-roxo	1,3
<i>Inga uruguensis</i>	inga-do-brejo	1,3,6
<i>Inga vera</i>	inga	2,5
<i>Lafoensia pacari</i>	dedaleiro, pacari	1,3,4,5
<i>Lonchocarpus leucanthus</i>	embira-de-sapo	2,3,5
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	embira-de-sapo, guaiana	1,2,3,5
<i>Lonchocarpus subglaucescens</i>	embira-de-sapo, feijao-cru	2,3,5
<i>Luehea divaricata</i>	acoita-cavalo	1,2,4,3,5,6
<i>Luehea paniculata</i>	acoita-cavalo	2,3,5
<i>Luehea speciosa</i>	acoita-cavalo, ibatingui	2,3
<i>Machaerium aculeantum</i>	pau-de-angu, jacaranda-de-espinho	1,2,5,6
<i>Machaerium nyctitans</i>	bico-de-pato, guaximbe	1,2,4,3,5
<i>Mauritia flexuosa</i>	buriti, coqueiro-buriti	3
<i>Pera glabrata</i>	coracao-de-bugre, tamanqueiro	1,3
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	pau-jacare, angico-branco	1,2,4,3,5
<i>Prunus sellowii (P myrtifolia)</i>	pessegueiro-bravo	1,2,4,3,5
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	embirucu, paina-amarela	1,3,4
<i>Psidium guayava</i>	goiabeira	2,4,3,6
<i>Rapanea ferruginea</i>	capororoca-branca	2,4,3,5
<i>Rapanea guianensis</i>	capororoca	3
<i>Rapanea umbellata</i>	capororoca	2,5
<i>Salix humboldtiana</i>	salseiro, choroa	3
<i>Sapium biglandulosum</i>	leiteiro	2,6
<i>Sapium glandulatum</i>	leiteiro	1,2,5
<i>Sapium klotzschianum</i>	leiteiro	2
<i>Sapium marginatus</i>	mata-olho	2
<i>Schinus terebinthifolius</i>	aroeira-mansa	1,2,4,5
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	branquilha	2,6

GRUPO 5: Espécies pioneiras, características do geoambiente ciliar brejoso.

<i>nome científico</i>	<i>nome comum</i>	<i>referências</i>
<i>Sebastiania klotzchiana</i>	branquilha	2,3,6
<i>Sesbania marginata</i>	feijão-de-arvore, parica	2
<i>Simira sampaioana</i>	maiate, arariba	3
<i>Solanum inaequale</i>	cuivira	2,5
<i>Styrax pohlii</i>	pindauvuna, benjoeiro	3,5,6
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	jeriva, coqueiro-jeriva	1,2,5,6
<i>Syzygium jambolana</i>	jambolão	4
<i>Tabebuia cassinoides</i>	caxeta	2,3
<i>Tapirira guianensis</i>	peito-de-pombo, tapiriri	1,2,4,5,6
<i>Triplaris brasiliana</i>	pau-formiga, pau-de-novato	2
<i>Xylopia emarginata</i>	pindaíba-reta, embira-preta	3,6
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	tembetari, mamica-de-porca	1,3
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	ipe-tabaco, ipe-felpudo	1,3,4,5

GRUPO 6: Espécies não pioneiras, características do geoambiente ciliar brejoso.

nome científico	nome comum	referências
<i>Actinostemon conceptiones</i>	canela-de-veado	2
<i>Actinostemon concolor</i>	laranjeira-do-mato	2
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	peroba-poca	1,2,4,3
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	peroba-rosa	1,2,4,3
<i>Brosimum glaziovii</i>	figueira-do-brejo	2
<i>Cabralea canjerana</i>	canjarana	1,2,4,3,5
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	guanandi, jacareuba	1,2,4,3,5
<i>Calyptantes concinna</i>	aracarana	2
<i>Cariniana estrelensis</i>	jequitiba-branco, pau-de-caximbo	1,2,4,5
<i>Copaifera langsdorfii</i>	oleo-de-copaiba	1,2,4,5,6
<i>Cyclolobium vecchi</i>	louveira	1,2,4,3
<i>Dendropanax cuneatum</i>	maria-mole	1,2,3,5,6
<i>Duguetia lanceolata</i>	pindaiba, biriba	1,2,4,3
<i>Esenbeckia grandiflora</i>	pau-de-cotia, guaxupita	1,2,3,5
<i>Eugenia brasiliensis</i>	grumixama	1,3,4,5
<i>Eugenia florida</i>	pitanga preta	1
<i>Eugenia speciosa</i>	laranjinha do mato	1,5
<i>Euterpe edulis</i>	palmito	1,2,4,3
<i>Ficus glabra</i>	figueira	4,5
<i>Ficus guaranitica</i>	figueira-branca	1,3,5
<i>Genipa americana</i>	genipapo, jenipa	1,2,3
<i>Geonoma schottiana</i>	guaricanga	2,3
<i>Guapira opposita</i>	flor de perola	1,5
<i>Guarea kunthiana</i>	jatuauba	2,6
<i>Guarea macrophylla</i> spp.	marinheiro, canjarana-do-brejo	2,5
<i>Hirtella hebeclada</i>	macucurana, simbiuva, jacua	3
<i>Hymenaea courbaril</i>	jatoba	1,2,4,3,5
<i>Ilex paraguariensis</i>	mate, erva-mate	1,3
<i>Inga laurina</i> (<i>I. fagifolia</i>)	inga mirim	1
<i>Inga marginata</i>	inga	1,2,5
<i>Kielmeyera variabilis</i>	pau santo	1

GRUPO 6: Espécies não pioneiras, características do geoambiente ciliar brejoso.

<i>nome científico</i>	<i>nome comum</i>	<i>referências</i>
<i>Marlierea edulis</i>	cambuca	3
<i>Metrodorea stipularis</i>	chupa-ferro, capatuna	4,3,5
<i>Miconia cinerascens</i>	pixirica	2
<i>Miconia eugenioides</i>		2
<i>Miconia ligustroides</i>	jaracatião do brejo	1
<i>Myrcia lasiantha</i>	cambui	2,3
<i>Myroxylon peruiferum</i> (<i>M. balsamum</i>)	cabreuva-vermelha	1,2,4,3,5
<i>Nectandra leucothyrsus</i>	canela-do-brejo	2
<i>Nectandra mollis</i> spp. <i>Oppositifolia</i>	canela-ferrugem	2
<i>Nectandra rigida</i>		4,5
<i>Ocotea corymbosa</i>	canelinha-do-cerrado, canela-fedida	1,2,4,3,5
<i>Ocotea odorifera</i>	canela-sassafras	1,2,4,3
<i>Ocotea puberula</i>	guaica, canela-guaica	1,3,5
<i>Persea major</i>	canela-do-brejo	2,6
<i>Platymiscium floribundum</i>	sacambu, jacaranda-do-litoral	3
<i>Protium heptaphyllum</i>	almacega, amescla	2,3,5,6
<i>Rapanea lancifolia</i>	capororoca	2,5,6
<i>Rapanea rufescens</i>	capororoca-de-folha-miuda	2
<i>Rollinia silvatica</i>	araticum-do-mato, embira	1,3,5
<i>Sessea brasiliensis</i>	peroba d'agua	2,5,6
<i>Sorocea ilicifolia</i>	bainha-de-espanha	2
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	ipe-amarelo	1,3,5
<i>Tabebuia dura</i>	ipe-do-brejo	2,3
<i>Tabebuia umbellata</i>	ipe-da-varzea	1,2,4,6
<i>Talauma ovata</i>	baguacu, magnolia-do-brejo	1,2,4,3,5
<i>Terminalia brasiliensis</i> (<i>T glabrescens</i>)	capitao-do-campo, cerne-amarelo	1,2,4,5
<i>Terminalia triflora</i>	capitaozinho, pau-de-lanca	1,3,6
<i>Tibouchina stenocarpa</i>	quaresmeira-roxa	2
<i>Vitex montevidensis</i> (<i>V. megapotomica</i>)taruma		1,3,4
<i>Xylopia brasiliensis</i>	pindaiba	1,2,3,5